VISIT…

МИНИСТЕРСТВО ОБОРОНЫ СССР

НАСТАВЛЕНИЕ ПО СТРЕЛЬБЕ ИЗ ТАНКОВ

ОСНОВЫ СТРЕЛЬБЫ ИЗ ТАНКОВ

МИНИСТЕРСТВО ОБОРОНЫ СССР

НАСТАВЛЕНИЕ ПО СТРЕЛЬБЕ ИЗ ТАНКОВ

ОСНОВЫ СТРЕЛЬБЫ ИЗ ТАНКОВ

Издание второе, стереотипное

МОСКВА
ВОЕННОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
1984

УДК 358.119 : 623.5

В Наставлении излагаются основные сведения из баллистики и теории стрельбы из танков, знание которых необходимо для сознательного и глубокого изучения вопросов устройства и сбережения оружия, приемов и правил стрельбы из него.

Глава первая

СВЕДЕНИЯ ИЗ ВНУТРЕННЕЙ БАЛЛИСТИКИ

1. **Внутренняя баллистика** — это наука, которая занимается изучением процессов, происходящих при выстреле, и в особенности при движении снаряда (пули) по каналу ствола.

Выстрел и его периоды

2. **Выстрелом** называется выбрасывание снаряда (пули) из канала ствола энергией газов, образующихся при сгорании порохового заряда.

3. При выстреле происходят следующие явления. От удара бойка по капсюлю воспламеняется ударный состав капсюля и образуется пламя, которое зажигает воспламенитель. От воспламенителя загорается боевой (пороховой) заряд (у патронов к стрелковому оружию пороховой заряд воспламеняется непосредственно от луча огня капсюля). При сгорании боевого заряда образуется большое количество сильно нагретых газов, создающих в канале ствола высокое давление на дно снаряда (пули), дно и стенки гильзы, а также на стенки ствола и затвор. В результате давления газов снаряд сдвигается с места и у оружия, имеющего нарезной ствол, врезается своим ведущим пояском в нарезы (пуля вре-

зается в нарезы своей оболочкой), продвигается по каналу ствола с непрерывно возрастающей скоростью, а затем выбрасывается наружу по направлению оси канала ствола. Давление газов на дно гильзы, а через нее на затвор вызывает отдачу, которая проявляется в движении ствола (оружия) назад. От давления газов на стенки гильзы и ствола происходит их растяжение (упругая деформация), при этом гильза, плотно прижимаясь к патроннику, препятствует прорыву пороховых газов в сторону затвора.

Кроме того, при выстреле возникает колебательное движение (вибрация) ствола и происходит его нагревание. Раскаленные газы и частицы несгоревшего пороха, истекающие из канала ствола вслед за снарядом (пулей), при встрече с воздухом порождают пламя и ударную волну; последняя является источником звука при выстреле.

Иногда после удара бойка по капсюлю выстрела не последует или он произойдет с некоторым запозданием. В первом случае имеет место осечка, а во втором — затяжной выстрел. Осечки чаще всего происходят по следующим причинам: отсырел ударный состав капсюля, не произошло зажжение воспламенителя или боевого заряда, слабый удар бойка по капсюлю.

Затяжной выстрел является следствием медленного развития процесса зажжения или воспламенения боевого заряда. Поэтому после осечки не следует сразу открывать затвор, так как возможен затяжной выстрел. Если осечка произойдет при стрельбе из пушки, то перед открытием затвора необходимо выждать не менее одной минуты.

4. Энергия, выделяемая при сгорании боевого заряда, затрачивается на следующие работы:

— сообщение снаряду поступательного движения (основная работа), эта работа численно равна дульной энергии [1], т. е. кинетической энергии снаряда в момент вылета его из канала ствола. На выполнение этой работы затрачивается около $^1/_3$ энергии боевого заряда;

— сообщение снаряду вращательного движения у оружия, имеющего нарезной ствол. Величина этой работы зависит от калибра и массы снаряда, крутизны нарезов и составляет 0,25—2,5% по отношению к основной работе;

— преодоление трения при движении по каналу ствола (1—2% по отношению к основной работе);

— перемещение газообразных продуктов горения боевого заряда и несгоревшей части пороха (1,5—12% по отношению к основной работе);

— перемещение откатных частей орудия (1—1,5% по отношению к основной работе);

— на растяжение и нагревание стенок ствола, нагревание гильзы и снаряда расходуется до 22% всей энергии боевого заряда;

— около 40% всей энергии боевого заряда не используется и теряется после вылета снаряда из канала ствола.

5. Выстрел происходит в очень короткий промежуток времени (от 0,001 до 0,06 с). При выстреле различают четыре последовательных периода: предварительный, первый, или основной,

[1] Например, дульная энергия 100-мм осколочно-фугасной гранаты равна около 650 тс · м.

второй и третий, или период последействия газов (рис. 1).

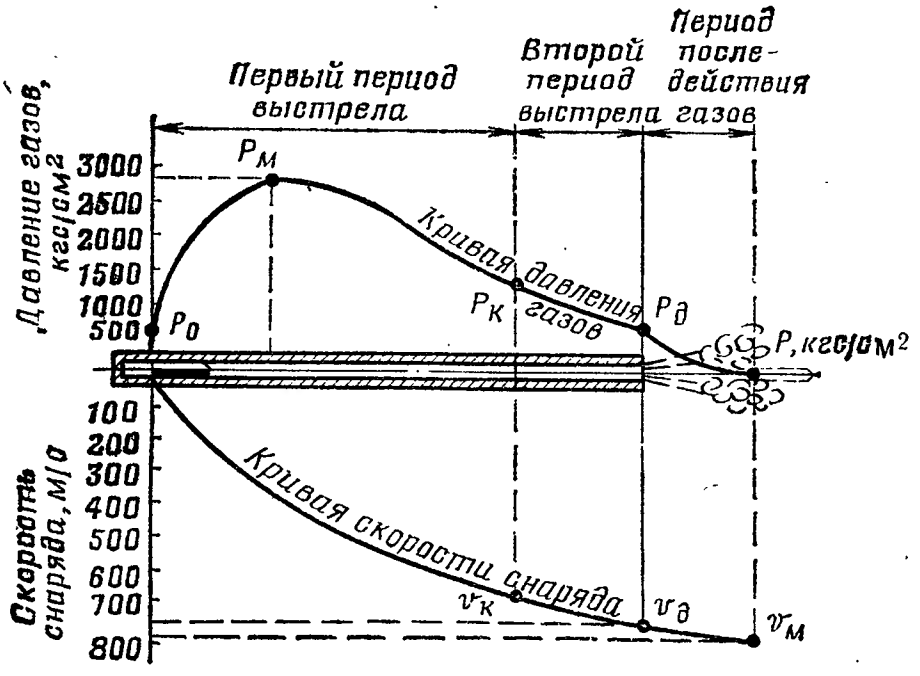


Рис. 1. Периоды выстрела:

P_0 — давление форсирования; $P_м$ — наибольшее (максимальное) давление; $P_к$ и $v_к$ — давление газов и скорость снаряда в момент конца горения пороха; P_g и v_g — давление газов и скорость снаряда в момент вылета его из канала ствола; $v_м$ — наибольшая (максимальная) скорость снаряда; P — давление, равное атмосферному

6. Предварительный период длится от начала горения воспламенителя до полного врезания ведущего пояска снаряда (оболочки пули) в нарезы ствола (у оружия, имеющего гладкостенный ствол, до начала движения снаряда). В течение этого периода в канале ствола создается давление, необходимое для того, чтобы сдвинуть сна-

ряд (пулю) с места и преодолеть сопротивление ведущего пояска снаряда (оболочки пули) врезанию в нарезы ствола. Это давление называется **давлением форсирования.** В зависимости от массы снаряда, устройства нарезов и ведущего пояска, от плотности оболочки пули давление форсирования для различных видов артиллерийских систем и пулеметов может быть от 250 до 500 кгс/см^2.

Условно принимают, что в предварительном периоде горение пороха происходит в постоянном объеме, ведущий поясок снаряда (оболочка пули) врезается в нарезы мгновенно, а движение снаряда (пули) начинается сразу же по достижении в канале ствола давления форсирования.

7. **Первый, или основной, период** длится от начала движения снаряда (пули) до момента полного сгорания боевого заряда. В этом периоде горение боевого заряда происходит в быстро изменяющемся объеме.

В начале периода, когда скорость движения снаряда (пули) еще небольшая и поэтому объем заснарядного пространства (пространство между дном снаряда и дном гильзы) увеличивается медленно, давление в канале ствола быстро увеличивается и достигает наибольшей величины (до 3000—4000 кгс/см^2 в зависимости от системы оружия). Это давление называется **максимальным.** Максимальное давление в канале ствола создается тогда, когда снаряд продвинется на 4—10 калибров. После достижения максимального давления приток пороховых газов уже не может компенсировать увеличивающийся объем заснарядного пространства, в результате чего, несмотря на продолжающееся горение поро-

ха, давление в канале ствола начинает падать и к концу периода оно равно примерно $^2/_3$ максимального давления. Скорость движения снаряда постоянно возрастает и к концу периода достигает примерно $^3/_4$ начальной скорости. Боевой заряд полностью сгорает незадолго до того, как снаряд вылетит из канала ствола.

8. **Второй период** длится от момента полного сгорания боевого заряда до момента вылета снаряда (пули) из канала ствола.

С началом этого периода приток пороховых газов прекращается, однако скорость движения снаряда (пули) продолжает возрастать, так как сжатые и сильно нагретые газы обладают еще большим запасом энергии. Спад давления во втором периоде происходит довольно быстро и в момент вылета снаряда (пули) из канала ствола у различных образцов оружия оно колеблется в пределах от 300 до 900 кгс/см^2. Это давление принято называть **дульным**. Скорость снаряда (пули) в момент вылета его из канала ствола (дульная скорость) несколько меньше начальной скорости.

9. **Третий период, или период последействия газов**, длится от момента вылета снаряда (пули) из канала ствола до момента прекращения действия пороховых газов на снаряд (пулю).

В течение этого периода пороховые газы, истекающие из канала ствола со скоростью до 1200—2000 м/с, продолжают воздействовать на снаряд и сообщают ему дополнительную скорость. В конце третьего периода на удалении 5—10 м от дульного среза ствола снаряд достигает наибольшей скорости, которая на 1—2% больше дульной скорости. Этот период заканчи-

вается в тот момент, когда сила давления пороховых газов на дно снаряда будет уравновешена сопротивлением воздуха.

Начальная скорость снаряда (пули)

10. Начальной скоростью (v_0) называется скорость движения снаряда (пули) у дульного среза ствола. За начальную скорость принимается условная скорость, которая несколько больше дульной и меньше максимальной. Она определяется опытным путем с последующими расчетами. Величина начальной скорости указывается в таблицах стрельбы и в боевой характеристике оружия.

11. Различают табличную и фактическую начальную скорость. **Табличной** называют начальную скорость снаряда, установленную для нового ствола тактико-техническими требованиями при разработке данной системы орудия. **Фактическая** начальная скорость у некоторых стволов вследствие особенностей их изготовления и существующих допусков может отличаться от табличной до $\pm 0{,}5\%$.

12. Начальная скорость является одной из основных баллистических характеристик оружия, так как от ее величины зависит дальность полета снаряда, дальность прямого выстрела, окончательная скорость и ударное действие снаряда.

13. Величина начальной скорости зависит от длины ствола, массы, температуры и влажности боевого заряда, размеров и формы зерен пороха, массы снаряда и объема зарядной каморы.

Чем длиннее ствол, тем большее время на снаряд действуют пороховые газы и тем больше начальная скорость. Установлено, что при изменении длины ствола орудия на 1% начальная скорость изменяется на 0,25%.

Изменение массы боевого заряда приводит к изменению количества пороховых газов, а следовательно, и к изменению величины максимального давления в канале ствола и начальной скорости. Чем больше масса заряда, тем больше начальная скорость.

Длина ствола и масса боевого заряда увеличиваются при конструировании оружия до наиболее рациональных размеров.

С повышением температуры заряда увеличивается скорость горения пороха, а поэтому увеличиваются максимальное давление и начальная скорость. При понижении температуры заряда начальная скорость уменьшается. В среднем при отклонении температуры заряда от нормальной на 10°С начальная скорость снаряда изменяется на 1%.

С повышением влажности боевого заряда уменьшаются скорость его горения и начальная скорость снаряда (пули).

При уменьшении величины пороховых зерен или уменьшении толщины горящего свода увеличивается общая поверхность зерен боевого заряда и такой заряд сгорает быстрее, чем заряд из пороха, имеющего большую толщину зерен (большую толщину горящего свода), давление пороховых газов нарастает быстрее, увеличиваются максимальное давление и начальная скорость.

При постоянной длине ствола и постоянной массе боевого заряда начальная скорость тем больше, чем меньше масса снаряда.

Для повышения кучности стрельбы в боевой комплект танка следует подбирать выстрелы с зарядами одной партии и снарядами одинаковой массы (с одинаковыми знаками отклонения массы).

Увеличение объема зарядной каморы при одной и той же массе боевого заряда сопровождается уменьшением величины максимального давления и начальной скорости. Объем зарядной каморы может изменяться при неодинаковом заряжании орудия: уменьшается при неполной досылке снарядов при раздельном заряжании и увеличивается, если из-за выкрашивания полей нарезов снаряд будет досылаться дальше, чем следует.

Отдача оружия и угол вылета

14. **Отдачей** (откатом) называется движение ствола (оружия) назад во время выстрела.

Действие отдачи оружия характеризуется величиной скорости и энергией, которой оно обладает при движении назад.

Энергия отдачи (отката) достигает значительной величины. Так, у 100-мм танковой пушки энергия равна около 275 тс·м.

Скорость отдачи (отката) откатных частей оружия меньше начальной скорости снаряда примерно во столько раз, во сколько масса снаряда меньше массы откатных частей оружия.

15. Для поглощения энергии отдачи, возвращения оружия в первоначальное положение и

для удержания его в этом положении служат противооткатные устройства. Часть энергии отдачи, не поглощенная противооткатными устройствами (тормозом отката и наката и накатником), передается через установку орудия корпусу танка, вызывая при выстреле его смещение назад.

В танковых пушках и в пулеметах часть энергии отдачи используется для открывания затвора и извлечения стреляной гильзы или для автоматического перезаряжания оружия.

Для уменьшения энергии отдачи (отката) применяются дульные тормоза, которые могут поглощать до 40—50% ее величины.

16. Сила давления пороховых газов на дно гильзы (сила отдачи) и сила сопротивления откату направлены в противоположные стороны и расположены не на одной прямой (рис. 2). Они образуют динамическую пару сил, создающую опрокидывающий момент, под действием которого ствол оружия в момент выстрела изменяет положение, приданное ему до выстрела.

Кроме того, под действием собственной массы и массы снаряда, перемещающегося вдоль ствола, большая часть длины которого вынесена вперед относительно точек крепления, ствол прогибается дульной частью книзу.

В результате действия опрокидывающего момента и динамического изгиба ствол отклоняется в вертикальной плоскости на некоторый угол между направлением оси канала ствола до выстрела и направлением ее в момент вылета снаряда (пули) из канала ствола. Этот угол называется **углом вылета** (γ).

Угол вылета может быть положительным или отрицательным в зависимости от длины ствола и расположения противооткатных устройств.

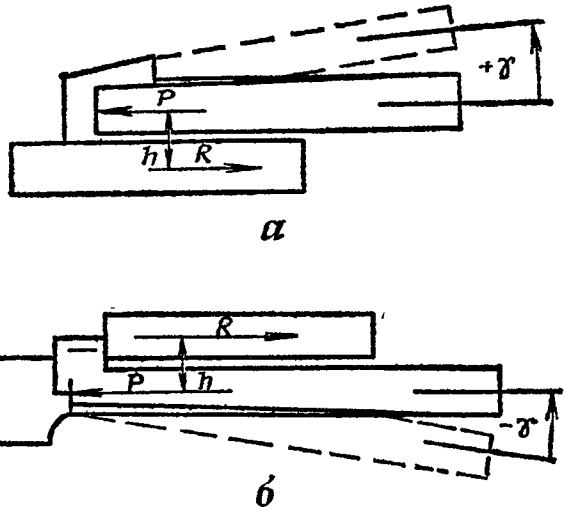


Рис. 2. Образование угла вылета:

а — положительный угол вылета; *б* — отрицательный угол вылета; γ — угол вылета; *P* — сила отдачи; *R* — сила сопротивления отдаче; *h* — плечо пары сил

У орудий с короткими стволами (менее 30 калибров) основное влияние на величину угла вылета и его знак оказывает расположение противооткатных устройств, у орудий же с длинными стволами — динамический изгиб ствола. Поэтому у длинноствольных пушек угол вылета всегда отрицательный, так как угол динамического изгиба по своей величине у них больше, чем угол отклонения ствола под действием момента пары сил.

Величина угла вылета учитывается при приведении оружия к нормальному бою. Она дается в таблицах стрельбы.

Уменьшение вредного действия пороховых газов на ствол

17. Вредное действие пороховых газов на ствол заключается в том, что в результате воздействия высоких давлений и температур, химического действия пороховых газов и трения быстро движущихся газов о стенки ствол постепенно изнашивается и приходит в негодность.

Износ ствола — явление неизбежное, но степень и быстрота износа могут быть уменьшены. Для этого необходимо: соблюдать установленные нормы режима огня, осматривать канал ствола и снаряд перед выстрелом, тщательно ухаживать за стволом (осмотр, промывание, чистка, смазка), тщательно готовить боеприпасы к стрельбе.

Глава вторая

СВЕДЕНИЯ ИЗ ВНЕШНЕЙ БАЛЛИСТИКИ

18. Внешняя баллистика — это наука, изучающая движение снаряда (пули) после прекращения действия на него пороховых газов.

Вылетев из канала ствола под действием энергии пороховых газов, снаряд (пуля) движется по инерции.

Траектория и ее элементы

19. Траекторией называется кривая линия, описываемая центром тяжести снаряда (пули) в полете (рис. 3).

20. При движении снаряда (пули) в воздухе на него действуют две силы: сила тяжести и сила сопротивления воздуха. Сила тяжести за-

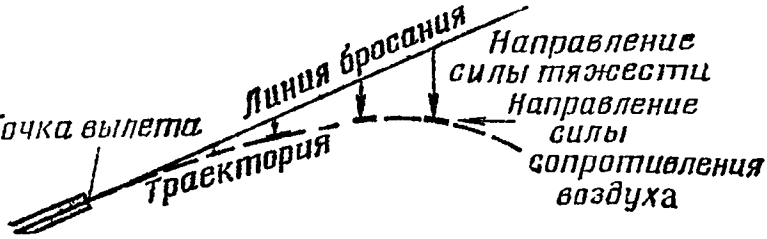


Рис. 3. Траектория снаряда

ставляет снаряд постепенно понижаться, а сила сопротивления воздуха непрерывно замедляет

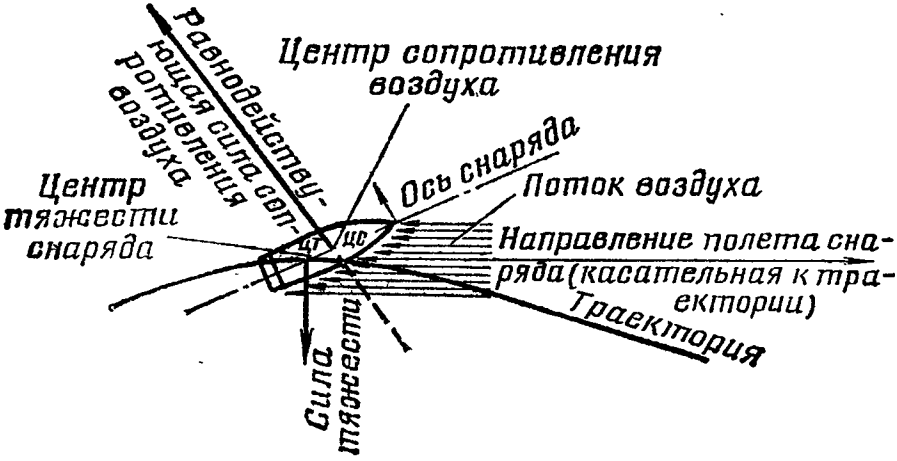


Рис. 4. Силы, действующие на снаряд при его полете

движение снаряда и стремится опрокинуть его (рис. 4).

21. Сопротивление воздуха движению снаряда вызывается тем, что воздух представляет собой

упругую среду и поэтому на движение в этой среде затрачивается часть энергии снаряда.

Сила сопротивления воздуха вызывается тремя основными причинами (рис. 5): трение воз-

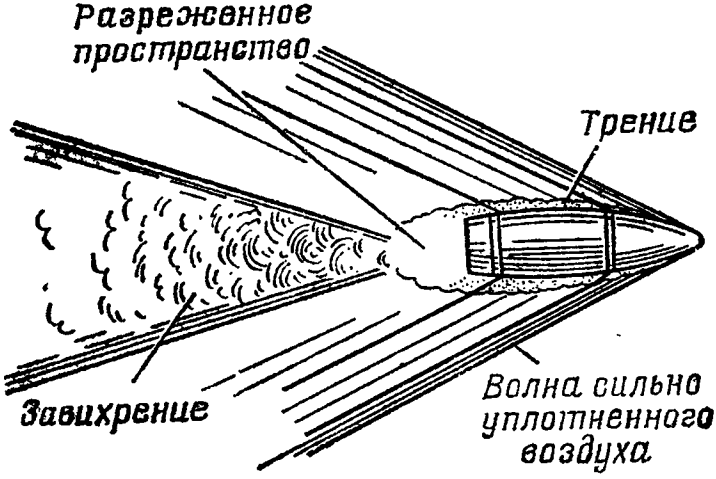


Рис. 5. Образование силы сопротивления воздуха

духа, образование завихрений и образование баллистической волны.

22. Трение воздуха возникает под влиянием сил трения между частицами воздуха и поверхностью движущегося снаряда, в результате чего скорость полета снаряда уменьшается. Прилегающий к поверхности снаряда (пули) слой воздуха, в котором движение частиц изменяется от скорости снаряда (пули) до нуля, называется **пограничным слоем.**

23. Завихрения вызываются разностью распределения давления по поверхности снаряда. У головной части снаряда образуется повышенное

давление воздуха, а за дном снаряда — пониженное давление воздуха. Обтекая снаряд, пограничный слой отрывается от его поверхности и в силу своей вязкости и инертности воздух не успевает сразу сомкнуться за дном снаряда, вследствие чего появляется разность давлений на головную и на донную части. Эта разность создает силу, направленную в сторону, обратную движению снаряда и уменьшающую скорость его полета. В образовавшийся за дном снаряда вакуум (пустоту) устремляются струи воздуха и создаются мощные завихрения. Чем больше скорость снаряда, тем больше разность давлений на головную и на донную его части и тем больше завихрения.

24. Снаряд, летящий в воздухе со скоростью, большей скорости звука, сжимает рассекаемые им слои воздуха, в результате чего перед головной частью снаряда образуется **баллистическая волна** (слой сильно уплотненного воздуха), которая замедляет скорость его полета, так как снаряд часть своей энергии тратит на создание этой волны.

25. Величина силы сопротивления воздуха зависит от скорости полета, формы и калибра снаряда, а также от степени обработки поверхности снаряда и плотности воздуха.

Сила сопротивления воздуха возрастает с увеличением скорости полета снаряда, его калибра и плотности воздуха. При сверхзвуковых скоростях полета снаряда основной составляющей силы сопротивления воздуха является баллистическая волна, и, следовательно, сила сопротивления воздуха будет тем меньше, чем острее головная часть снаряда.

26. В момент вылета из канала ствола между осью снаряда (пули) и касательной к траектории образуется угол (δ) и сила сопротивления воздуха не только замедляет скорость движения снаряда, но и стремится опрокинуть его головной частью назад (рис. 6).

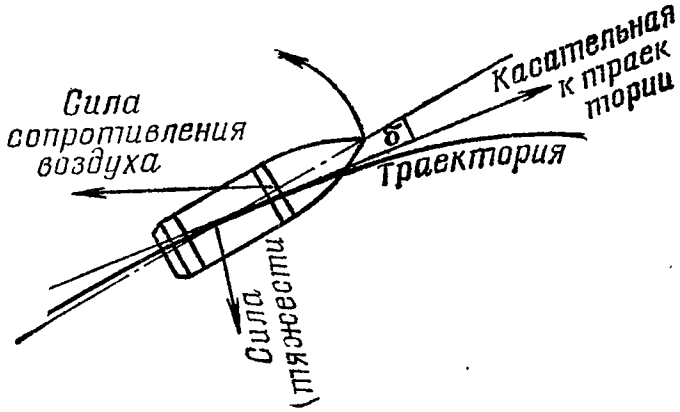


Рис. 6. Действие силы сопротивления на полет снаряда

Чтобы не допустить опрокидывания снаряда, его стабилизируют на полете приданием быстрого вращательного движения или при помощи хвостового оперения. Снаряд, имея большую частоту вращения (15 000—20 000 мин$^{-1}$), приобретает свойства гироскопа:

— способность сопротивляться воздействию внешних сил, сохраняя приданное положение оси;

— при воздействии внешней силы его ось отклоняется под углом 90° к направлению приложенной силы в сторону вращения. Отклонение будет тем больше, чем больше приложенная сила. Если внешняя сила будет действовать на

снаряд постоянно, то его головная часть будет описывать окружности. Это движение называют **медленным коническим (прецессионным) движением** (рис. 7).

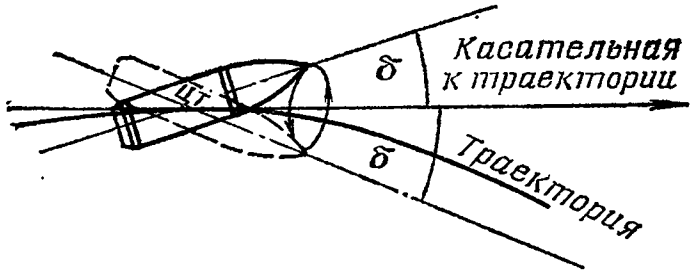


Рис. 7. Медленное коническое движение снаряда

27. Ось медленного конического движения несколько отстает от касательной к траектории и располагается по времени больше над касатель-

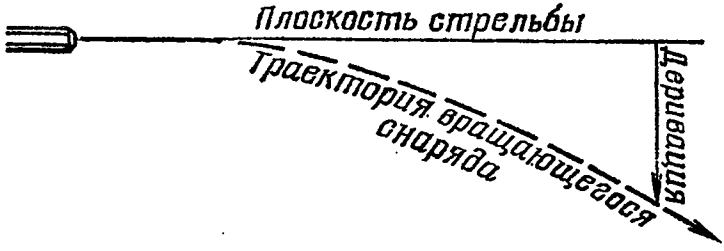


Рис. 8. Деривация (вид траектории сверху)

ной к траектории. Вследствие этого возникает боковая составляющая силы сопротивления воздуха, направленная вверх. Эта сила, действуя на вращающийся снаряд, вызывает отклонение его оси вправо (в сторону вращения снаряда). Отклонение снаряда от плоскости стрельбы в сторону его вращения называется **деривацией** (рис. 8).

Таким образом, причинами деривации являются: вращательное движение снаряда, сопротивление воздуха и понижение под действием силы тяжести касательной к траектории. При отсутствии хотя бы одной из этих причин деривации не будет.

Величина деривации зависит от скорости вращения и времени полета снаряда, т. е. дальности стрельбы.

В таблицах стрельбы деривация дается как поправка направления в тысячных. При стрельбе в пределах дальностей действительного огня поправка на деривацию незначительная и ее влияние на результаты стрельбы практически не учитывается.

28. У невращающихся снарядов с помощью хвостового оперения центр сопротивления воздуха переносится назад ближе к донной части за центр тяжести. Вследствие этого сила сопротивления воздуха создает стабилизирующий момент, который возвращает ось снаряда в положение к касательной к траектории. Если при повороте к касательной ось снаряда по инерции отклоняется от касательной вниз, то стабилизирующий момент будет действовать в обратном направлении и снова будет приближать ось снаряда к касательной. В результате этого оперенный снаряд совершает колебания в плоскости бросания и, таким образом, летит все время головной частью вперед (рис. 9).

29. Для изучения траектории снаряда приняты следующие определения (рис. 10).

Центр дульного среза ствола называется **точкой вылета**. Точка вылета является началом траектории.

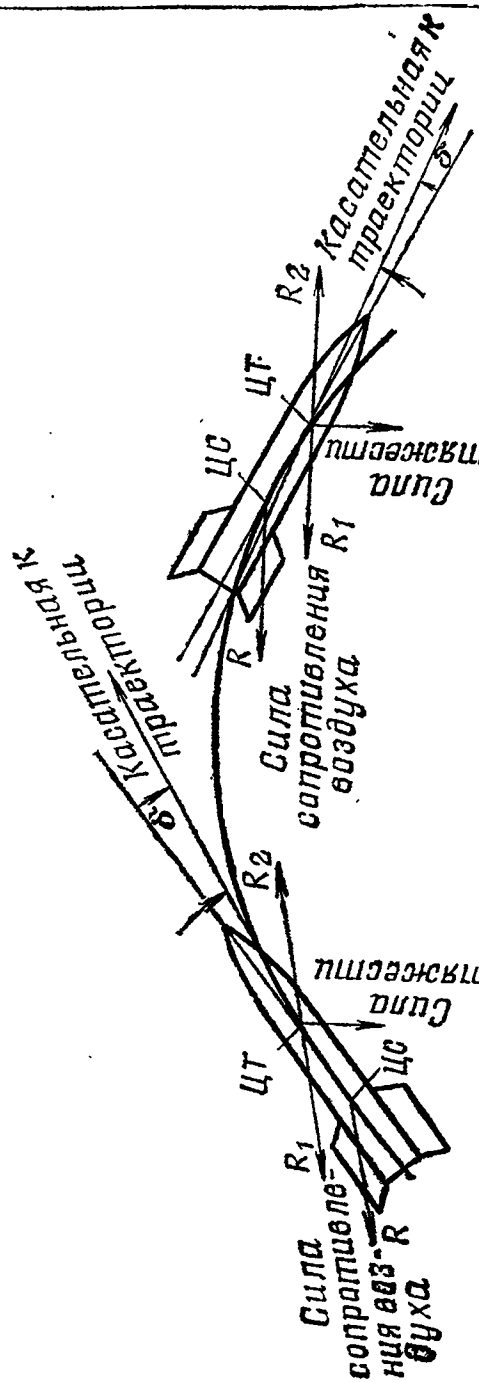


Рис. 9. Действие силы сопротивления воздуха на оперенный снаряд:
R и R_2 — пара сил, создающая стабилизирующий момент

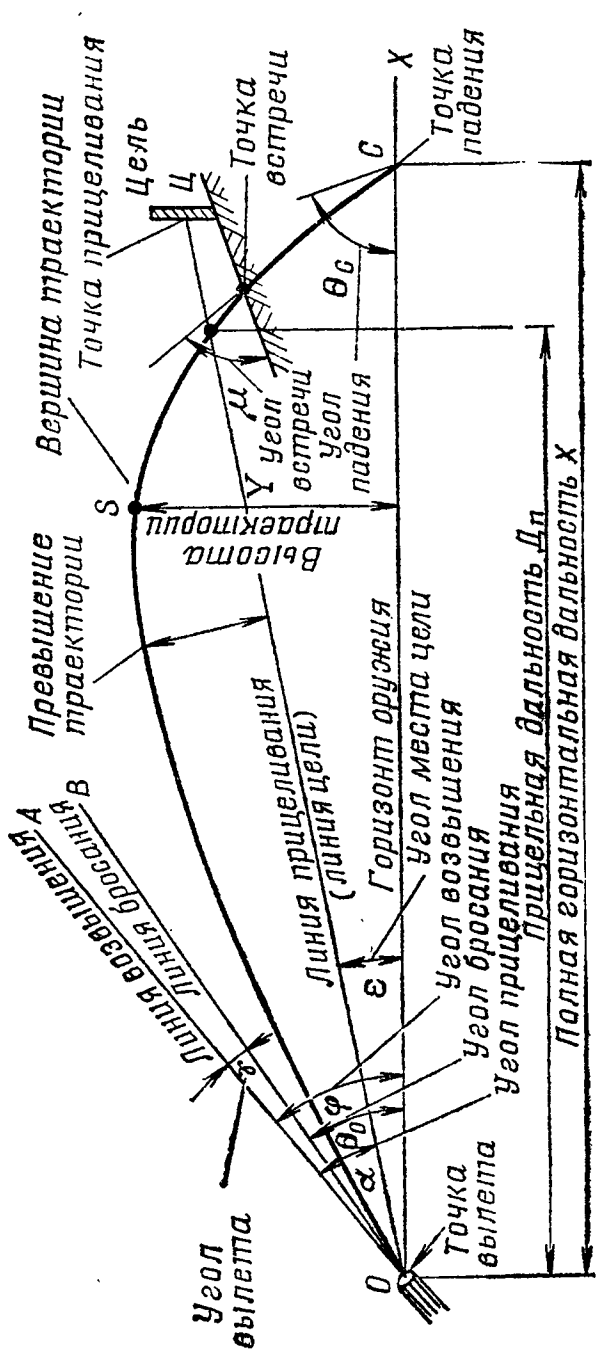


Рис. 10. Элементы траектории

Горизонтальная плоскость, проходящая через точку вылета, называется **горизонтом оружия.** Траектория дважды пересекает горизонт оружия: в точке вылета и в точке падения.

Прямая линия, являющаяся продолжением оси канала ствола наведенного оружия, называется **линией возвышения.**

Вертикальная плоскость, проходящая через линию возвышения, называется **плоскостью стрельбы.**

Угол, заключенный между горизонтом оружия и линией возвышения, называется **углом возвышения** (φ). Если этот угол отрицательный, то он называется **углом склонения (снижения).**

Прямая линия, являющаяся продолжением оси канала ствола в момент вылета снаряда, называется **линией бросания.**

Угол, заключенный между горизонтом оружия и линией бросания, называется **углом бросания** (θ_0).

Угол, заключенный между линией возвышения и линией бросания, называется **углом вылета** (γ).

Прямая, соединяющая точку вылета с целью, называется **линией цели.**

Угол, заключенный между линией цели и горизонтом оружия, называется **углом места цели** (ε). Угол места цели считается положительным, если цель расположена выше горизонта оружия, и отрицательным, если цель расположена ниже горизонта оружия.

Угол места цели может быть определен с по-

мощью приборов прицеливания или по формуле

$$\varepsilon = \frac{1000 \cdot B}{Д},$$

где ε — угол места цели в тысячных;

B — превышение цели над горизонтом оружия в метрах;

$Д$ — дальность стрельбы в метрах.

Угол, заключенный между линией цели и линией возвышения, называется **углом прицеливания** (α). Этот угол всегда положительный.

Точка на цели или вне ее, в которую наводится оружие, называется **точкой прицеливания (наводки)**. Прямая линия, проходящая от глаза наводчика через прицельную марку в точку прицеливания, называется **линией прицеливания**. Считают, что при стрельбе прямой наводкой линия цели совпадает с линией прицеливания.

Точка пересечения траектории с горизонтом оружия называется **точкой падения**.

Угол, заключенный между касательной к траектории в точке падения и горизонтом оружия, называется **углом падения** (θ_c).

Точка пересечения траектории с поверхностью преграды (цели) называется **точкой встречи**.

Угол (μ), заключенный между касательной к траектории и касательной к поверхности преграды (цели) в точке встречи, называется **углом встречи** (рис. 11). Угол встречи измеряется от 0 до 90°.

Скорость снаряда в точке падения называется **окончательной скоростью** (v_c).

Наивысшая точка траектории называется **вершиной траектории**. Кратчайшее расстояние от

вершины траектории до горизонта оружия называется **высотой траектории** (Y).

Кратчайшее расстояние от любой точки траектории до линии прицеливания называется **превышением траектории над линией прицеливания.**

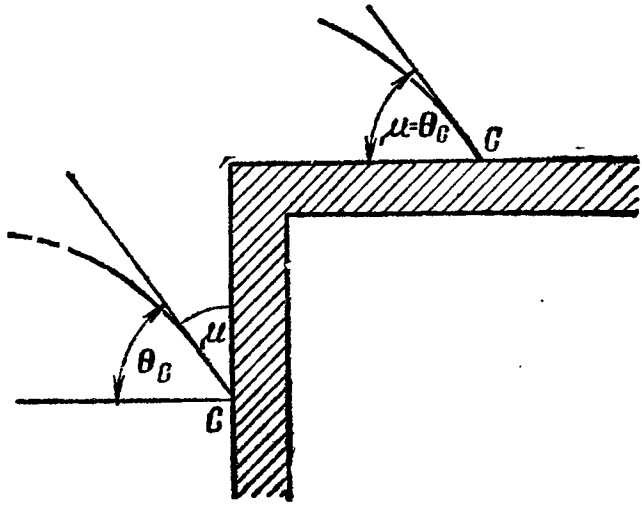


Рис. 11. Углы встречи

Расстояние от точки вылета до точки падения называется **полной горизонтальной дальностью** (X). Расстояние от точки вылета до цели по линии цели называется **наклонной дальностью.**

Расстояние от точки вылета до пересечения траектории с линией прицеливания называется **прицельной дальностью** ($Д_п$).

Часть траектории от точки вылета до вершины называется **восходящей ветвью**, другая часть — от вершины до точки падения называется **нисходящей ветвью траектории.**

Время движения снаряда от точки вылета до точки падения называется **полным временем полета снаряда** (T).

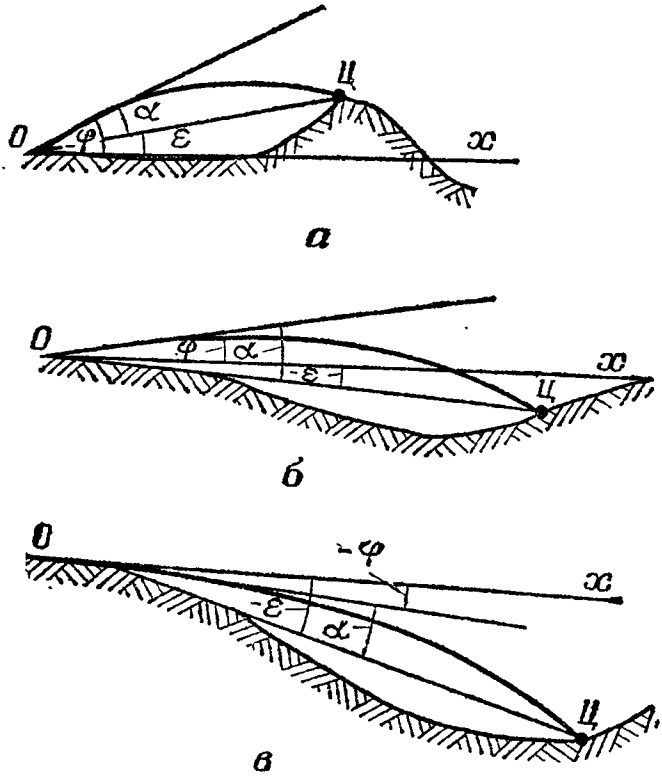


Рис. 12. Зависимость между углами прицеливания, возвышения и места цели:

а — положительный угол места цели; *б* — отрицательный угол места цели; *в* — отрнцательный угол возвышения

30. Углы возвышения и места цели могут быть как положительными, так и отрицательными в зависимости от расположения цели относительно горизонта танка. Из рис. 12 видно, что угол возвышения (φ) всегда равен алгебраической сум-

ме углов прицеливания (α) и места цели (ε), т. е. $\varphi = \alpha + (\pm\varepsilon)$, при этом, если отрицательный угол места цели по абсолютной величине больше угла прицеливания, то угол возвышения (φ) будет отрицательным.

31. Траектория снаряда в воздухе обладает следующими свойствами:

— траектория несимметрична: ее нисходящая ветвь короче и круче восходящей, а вершина находится ближе к точке падения;

— угол падения больше угла бросания;

— окончательная скорость меньше начальной;

— время полета снаряда по восходящей ветви траектории меньше, чем по нисходящей;

— траектория вращающегося снаряда имеет двоякую кривизну (вследствие понижения снаряда под действием силы тяжести и вследствие деривации).

Наводка оружия (прицеливание)

32. Для того чтобы снаряд (пуля) полетел в заданную точку, необходимо стволу оружия придать перед выстрелом определенное положение в пространстве, т. е. определенный угол возвышения и направление в горизонтальной плоскости.

Придание оси канала ствола оружия необходимого для стрельбы положения в пространстве называется **наводкой или прицеливанием.**

Придание стволу оружия необходимого для стрельбы положения в вертикальной плоскости называется **вертикальной наводкой,** а в горизонтальной плоскости — **горизонтальной наводкой.**

Наводка осуществляется с помощью прицельных приспособлений и механизмов наведения и выполняется в два этапа. Вначале на оружии с помощью прицельных приспособлений строится схема углов, соответствующая расстоянию до цели и поправкам на условия стрельбы (первый этап наводки). Затем с помощью механизмов наведения совмещается построенная на оружии схема углов со схемой углов, определенных на местности (второй этап наводки).

33. Различают следующие виды наводки: прямая, непрямая и полупрямая.

Наводка называется **прямой**, когда и горизонтальная, и вертикальная наводка производится непосредственно по цели или по вспомогательной точке, находящейся в непосредственной близости от цели.

Наводка называется **непрямой**, когда цель из танка не видна и поэтому горизонтальная наводка выполняется с помощью азимутального указателя (башенного угломера), а вертикальная наводка выполняется с помощью бокового уровня.

В тех случаях, когда цель из танка видна, но дальность до цели большая и шкалы прицела не хватает для прямой наводки, горизонтальная наводка выполняется наведением непосредственно в цель, как и при прямой наводке, а вертикальная наводка выполняется с помощью уровня. Такая наводка называется **полупрямой.**

Форма траектории и ее практическое значение

34. Форма траектории при стрельбе из одного и того же оружия зависит от величины угла возвышения. С увеличением угла возвышения высо-

та траектории и полная горизонтальная дальность полета снаряда увеличиваются, но это происходит до определенного предела. За этим пределом высота траектории продолжает увеличиваться, а полная горизонтальная дальность начинает уменьшаться (рис. 13).

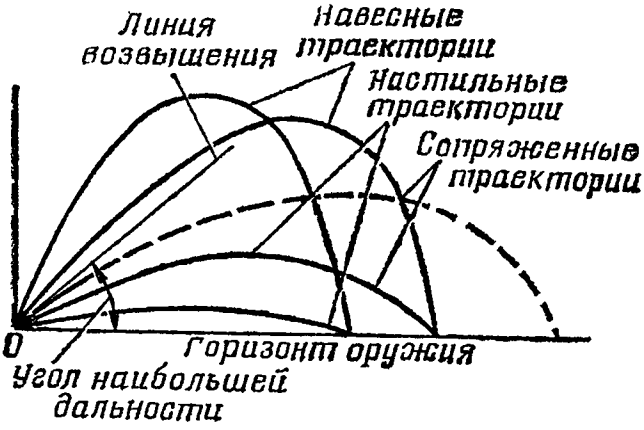


Рис. 13. Угол наибольшей дальности, настильные, навесные и сопряженные траектории

Угол возвышения, при котором полная горизонтальная дальность полета снаряда становится наибольшей, называется **углом наибольшей дальности.** Величина угла наибольшей дальности для снарядов составляет около 43°, а для пуль — около 35°.

Траектории, получаемые при углах возвышения, меньших угла наибольшей дальности, называются **настильными.** Траектории, получаемые при углах возвышения, больших угла наибольшей дальности, называются **навесными.** Траектории, имеющие одинаковую горизонтальную

дальность при разных углах возвышения, называются **сопряженными.**

35. О настильности траектории можно судить по величине угла падения и наибольшему превышению (высоте траектории); траектории тем

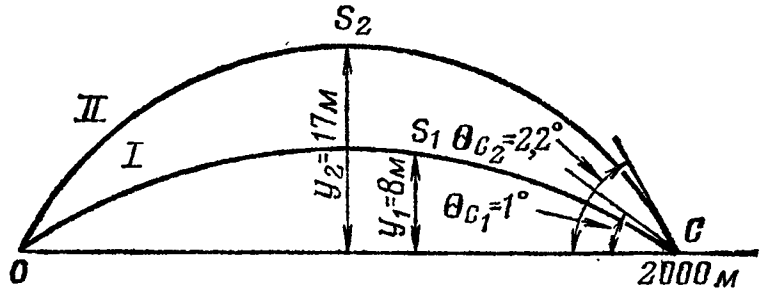


Рис. 14. Траектории при стрельбе из 100-мм танковой пушки на 2000 м:

I — бронебойно-трассирующим тупоголовым снарядом; *II* — осколочно-фугасной гранатой (заряд уменьшенный)

настильнее, чем меньше угол падения; при одинаковых углах бросания более настильной будет траектория, у которой дальность больше, или при одинаковых дальностях будет круче та траектория, у которой высота больше (рис. 14).

36. Крутизна траектории влияет на величину поражаемого, прикрытого и мертвого (непоражаемого) пространства, а также на величину дальности прямого выстрела.

37. **Поражаемым пространством (глубиной поражаемого пространства)** называется расстояние на местности, на протяжении которого нисходящая ветвь траектории не превышает высоты цели (рис. 15).

Величина глубины поражаемого пространства зависит от высоты цели, угла падения, наклона

местности в районе цели и превышения стреляющего танка над целью. С увеличением высоты цели глубина поражаемого пространства увеличивается, а с увеличением угла падения, угла

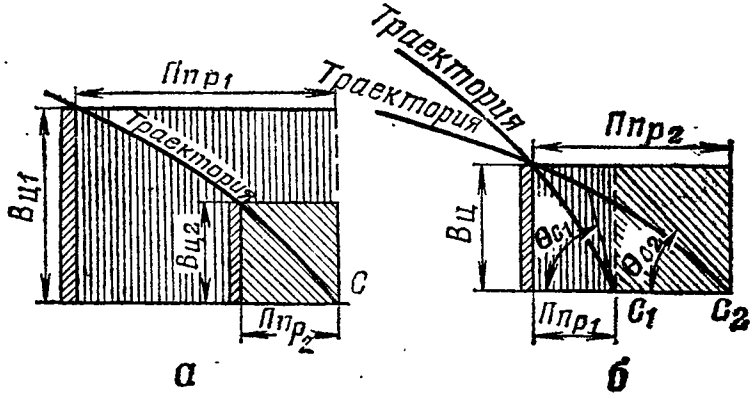


Рис. 15. Поражаемое пространство:
а — в зависимости от высоты цели; *б* — в зависимости от пастильности траектории (угла падения)

наклона местности на переднем скате в районе цели и превышения стреляющего танка над целью — уменьшается.

Глубина поражаемого пространства (*Ппр*) может быть определена по таблицам превышения траекторий путем сравнения превышения нисходящей ветви траектории на соответствующую дальность стрельбы с высотой цели. Кроме того, в случаях, когда высота цели меньше $^1/_3$ высоты траектории, глубину поражаемого пространства можно определить по формулам:

$Ппр = \frac{Вц \cdot 1000}{\theta_г}$, если цель и танк расположены на ровной местности;

$Ппр = \frac{Вц \cdot 1000}{\theta_c \pm \omega_{ск}}$, если цель расположена на скате (в знаменателе берется знак плюс (+), когда цель расположена на скате, обращенном к стреляющему танку, и знак минус (−), когда она расположена на обратном скате);

$Ппр = \frac{Вц \cdot 1000}{\theta_c + \varepsilon}$, если танк расположен с превышением над целью, где $Вц$ — высота цели, м; θ_c — угол падения, тыс.; $\omega_{ск}$ — угол ската (наклона) местности, тыс.; ε — угол места цели, тыс.

Пример. Определить глубину поражаемого пространства при стрельбе из 100-мм танковой пушки бронебойно-трассирующим снарядом по бронетранспортеру противника (высота цели 2 м) на расстоянии 2000 м.

Решение. По таблице превышения траекторий (приложение 5) находим, что на 2000 м превышение траектории равно 0, а на 1800 м — 3,1 м (больше высоты цели). Следовательно, глубина поражаемого пространства меньше 200 м.

Для определения глубины поражаемого пространства составим пропорцию:

200 м соответствует превышение траектории 3,1 м;

X м или $Ппр$ соответствует превышение траектории 2 м;

$$Ппр = \frac{200 \cdot 2}{3{,}1} \approx 130 \text{ м}.$$

Так как высота цели меньше $^1/_3$ высоты траектории, то глубину поражаемого пространства можно определить по формуле. Из таблицы (приложение 4) находим угол падения $\theta_c = 1°$ или 17 тысячных.

$$Ппр = \frac{Вц \cdot 1000}{\theta_c} = \frac{2 \cdot 1000}{17} \approx 120 \text{ м}.$$

В тех случаях, когда цель расположена на скате или танк расположен с превышением над

целью, глубину поражаемого пространства *(Ппм)* определяют по таблицам превышения траекторий, при этом полученный результат необходимо умножить на отношение угла падения к углу встречи.

Пример. Определить глубину поражаемого пространства по условиям предыдущего примера, если цель передвигается по встречному скату крутизной 3° (50 тысячных).

Решение. Находим угол встречи (μ). Он равен 67 тысячных (17+50); глубина поражаемого пространства на скате

$$Ппм = Ппр\frac{\theta_c}{\mu} = 130\,\frac{17}{67} \approx 30 \text{ м}.$$

При стрельбе из танковых пушек по высоким целям, таким как танки, бронетранспортеры, глубина поражаемого пространства очень большая. Так, при стрельбе из 100-мм танковой пушки бронебойным снарядом по цели высотой 2,5 м на дальностях до 1400 м глубина поражаемого пространства превышает 300 м.

Чем больше глубина поражаемого пространства, тем на большем протяжении местности цель может быть поражена с одной установки прицела. Таким образом, наличие поражаемого пространства в некоторой степени компенсирует ошибки, допускаемые при выборе исходной установки прицела, и позволяет округлять их до целых делений в бóльшую сторону.

38. Прикрытым пространством называется пространство за укрытием, не пробиваемым снарядом (пулей), от его гребня до точки встречи (рис. 16). Прикрытое пространство тем больше, чем больше высота укрытия и чем настильнее траектория.

Величину прикрытого пространства *(Пп)* можно определить по формуле

$$Пп = \frac{Ву \cdot 1000}{\theta_c},$$

где *Ву* — высота укрытия, м;
θ_c — угол падения, тыс.

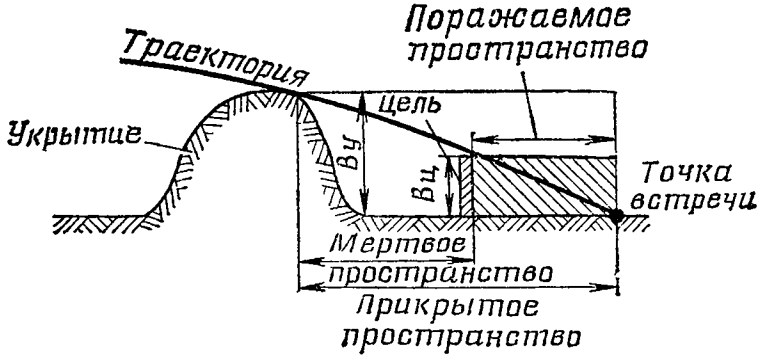


Рис. 16. Прикрытое, поражаемое и мертвое пространство

Часть прикрытого пространства, на котором цель не может быть поражена при данной траектории, называется **мертвым (непоражаемым) пространством.** Величина мертвого пространства *(Мпр)* может быть определена по формуле

$$Мпр = \frac{(Ву - Вц) \cdot 1000}{\theta_c},$$

где *Ву* — высота укрытия, м;
Вц — высота цели, м.

Указанными формулами для определения прикрытого и мертвого пространства можно пользоваться в тех случаях, когда высота укрытия меньше $^1/_3$ высоты траектории. В остальных слу-

чаях определение осуществляется по таблицам превышения траектории, при этом полученный по таблицам результат, когда цель расположена на скате или танк расположен с превышением над целью, необходимо умножить на отношение угла падения к углу встречи.

Пример. Определить глубину прикрытого, поражаемого и мертвого пространства при стрельбе из танкового пулемета по бегущей пехоте противника (высота цели 1,5 м) за укрытием высотой 2,4 м. Расстояние до укрытия 500 м.

Решение: 1. По таблице превышения траекторий над линией прицеливания путем подбора находим, что на расстоянии 500 м превышению 2,4 м соответствует траектория с прицелом 8 (дальность стрельбы 800 м).

2. Определяем глубину прикрытого пространства

$$Пп = 800 - 500 = 300 \text{ м}.$$

3. Определяем по таблице превышения траектории глубину поражаемого пространства с прицелом 8. Она равна 130 м.

4. Определяем глубину мертвого пространства

$$Мпр = Пп - Ппр = 300 - 130 = 170 \text{ м}.$$

Глубина прикрытого пространства может быть определена по углам прицеливания. Для этого необходимо установить прицел, соответствующий расстоянию до укрытия, и навести оружие в гребень укрытия. После этого, не сбивая наводки, отметиться прицелом под основание укрытия. Разница между этими прицелами, выраженная в метрах, и есть глубина прикрытого пространства. При этом предполагается, что местность за укрытием является продолжением линии прицеливания, направленной под основание укрытия.

39. Прямым выстрелом называется выстрел, при котором траектория снаряда (пули) на всем

своем протяжении не поднимается над линией прицеливания выше цели (рис. 17).

Дальность прямого выстрела зависит от высоты цели и настильности траектории.

Чем выше цель и чем настильнее траектория, тем больше дальность прямого выстрела.

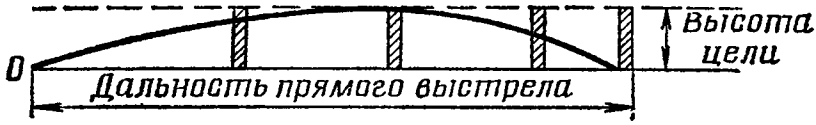


Рис. 17. Прямой выстрел

Дальность прямого выстрела можно определить по таблицам стрельбы путем сравнения высоты цели с высотой траектории или с величиной ее наибольшего превышения над линией прицеливания (над горизонтом оси канала ствола).

Пример. Определить дальность прямого выстрела при стрельбе из 100-мм танковой пушки бронебойно-трассирующим снарядом по танку в окопе (высота цели 1,1 м).

Решение. По таблице (приложение 4) находим, что высоте цели, равной 1,1 м, соответствует высота траектории при стрельбе на 800 м. Следовательно, дальность прямого выстрела равна 800 м.

Стрельба в пределах дальности прямого выстрела в напряженные моменты боя может вестись без изменения установки прицела.

Влияние условий стрельбы на полет снаряда (пули)

40. Условия стрельбы принято делить на метеорологические, баллистические и топографические. К метеорологическим условиям относятся:

давление, температура и влажность воздуха, скорость и направление ветра. К баллистическим условиям относятся: температура заряда, начальная скорость, масса и форма снаряда. К топографическим условиям относятся условия местности и прежде всего ее рельеф.

41. Для решения задач стрельбы надо знать целый ряд численных величин, характеризующих траекторию и условия полета снаряда. Эти величины помещают в специальный сборник, который называется таблицами стрельбы.

Таблицы стрельбы составлены для определенных условий, принятых за нормальные (табличные). Нормальными (табличными) условиями при стрельбе считают:

а) **метеорологические условия:**

— атмосферное (барометрическое) давление в точке стояния танка — 750 мм рт. ст.;

— температура воздуха в точке стояния танка — +15°С;

— относительная влажность воздуха — 50% (относительной влажностью называется отношение количества водяных паров, содержащихся в воздухе, к наибольшему количеству водяных паров, которое может содержаться при данной температуре);

— атмосфера неподвижна (скорость ветра на всех высотах равна нулю);

б) **баллистические условия:**

— начальная скорость табличная (указанная в таблицах стрельбы);

— масса и форма снаряда табличные;

— температура заряда — +15°С;

в) **топографические условия:**

— наклона оси цапф (крена танка) нет;

— цель находится на горизонте оружия, т. е. угол места цели равен нулю и поэтому угол возвышения равен табличному углу прицеливания.

При отклонении условий стрельбы от нормальных может возникнуть необходимость определения и учета поправок дальности и направления стрельбы.

42. С увеличением атмосферного давления увеличивается плотность воздуха и, следовательно, увеличивается сила сопротивления воздуха, дальность полета снаряда уменьшается. При повышении местности на каждые 100 м атмосферное давление понижается в среднем на 9 мм рт. ст. В горных условиях, когда высота над уровнем моря 2000 м и более, необходимо установку прицела для первого выстрела уменьшать на одно деление при стрельбе из пушки на дальностях свыше 2000 м, а из пулемета — свыше 500 м.

43. При повышении температуры уменьшается плотность воздуха и, следовательно, уменьшается сила сопротивления воздуха, дальность полета снаряда увеличивается. При повышении температуры боевого заряда увеличиваются скорость горения боевого заряда, начальная скорость снаряда и дальность его полета. При стрельбе из пушки на дальности свыше 1500 м необходимо учитывать поправку на отклонение температуры воздуха и заряда от нормальной: одно деление прицела на каждые 20°С изменения температуры.

44. При встречном ветре уменьшаются, а при попутном увеличиваются скорость и дальность полета снаряда вследствие увеличения (уменьшения) силы сопротивления воздуха. Однако продольный (встречный или попутный) ветер на по-

лет снаряда оказывает незначительное влияние и поэтому поправку дальности на него не вводят.

Боковой ветер значительно отклоняет снаряд в сторону от направления стрельбы, и на него необходимо вводить поправку направления.

45. Изменение начальной скорости зависит от многих причин, и прежде всего от износа канала ствола орудия, свойств пороха заряда и его температуры. Износ канала ствола всегда приводит к уменьшению начальной скорости. Заряды могут давать отклонение начальной скорости как в бо́льшую, так и в меньшую сторону. При уменьшении начальной скорости дальность полета снаряда уменьшается. Так, при стрельбе осколочно-фугасной гранатой из 100-мм танковой пушки на дальность 2000 м дальность полета уменьшается на 36 м, если начальная скорость меньше табличной на 1%. Поэтому при стрельбе на большие дальности необходимо вводить поправку на падение начальной скорости.

46. С увеличением массы снаряда начальная скорость уменьшается. Но при этом увеличивается поперечная нагрузка, равная отношению массы снаряда к площади его поперечного сечения. Поэтому общее изменение дальности полета снаряда зависит от того, что влияет больше. На дальностях примерно до 4500 м больше сказывается изменение начальной скорости, а на больших дальностях — изменение поперечной нагрузки. Этим и объясняется изменение величины и знака поправки на изменение массы снаряда (на один знак отклонения массы) с увеличением дальности стрельбы.

47. При стрельбе в безвоздушном пространстве (рис. 18) путь снаряда складывается из осевого расстояния

$$S = v_0 \cdot t$$

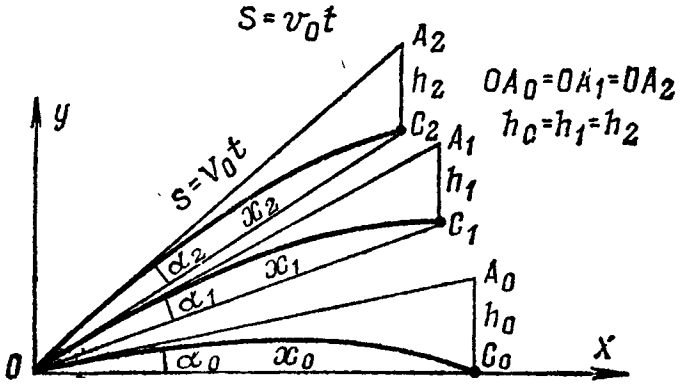


Рис. 18. Закон понижения

и понижения под линией бросания

$$h = \frac{gt^2}{2}.$$

При этом равным осевым расстояниям отвечают равные понижения под линией бросания.

При стрельбе же в воздухе вследствие влияния силы сопротивления воздуха равным осевым расстояниям не будет отвечать одинаковое время полета снаряда, а понижения даже за одинаковое время не будут равны, так как на разных высотах разная плотность воздуха. Однако и при стрельбе в воздухе при углах бросания не более 15° можно считать, что равным осевым расстояниям отвечают равные понижения под линией

бросания. На основе этого делается другое допущение, называемое **началом жесткости траектории,** сущность которого состоит в следующем:

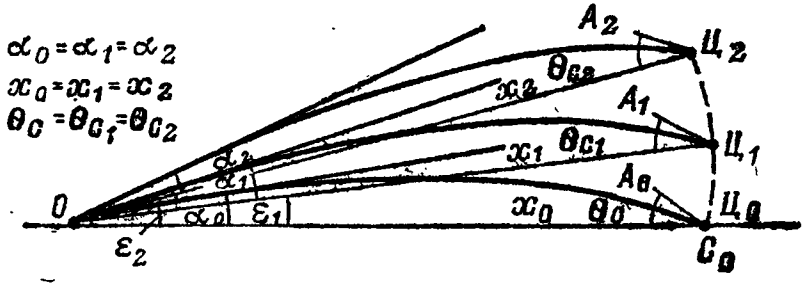


Рис. 19. Жесткость траектории

а) при стрельбе в воздухе при углах бросания не более 15° угол прицеливания не зависит от угла места цели;

б) наклонная дальность стрельбы принимается равной полной горизонтальной дальности.

Вследствие такого допущения траектория принимается жесткой кривой, не меняющей своей кривизны при повороте ее в плоскости бросания около точки вылета в пределах от 0 до 15° (рис. 19).

Это свойство жесткости траектории используют при стрельбе из танков прямой наводкой, при которой углы места цели не учитываются, поскольку они выбираются автоматически прицеливанием непосредственно в цель, что значительно упрощает стрельбу.

Глава третья

РАССЕИВАНИЕ СНАРЯДОВ (ПУЛЬ) ПРИ СТРЕЛЬБЕ

Явление рассеивания

48. При стрельбе из одного и того же оружия при одинаковой наводке оружия каждый снаряд вследствие ряда случайных причин описывает

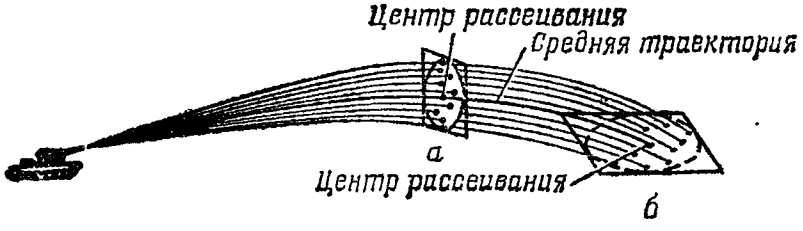


Рис. 20. Сноп траекторий и площадь рассеивания: *а* — на вертикальной плоскости; *б* — на горизонтальной плоскости

свою траекторию и имеет свою точку падения (точку встречи), не совпадающую с другими, вследствие чего происходит разбрасывание снарядов (пуль).

Явление разбрасывания снарядов при стрельбе из одного и того же оружия в одинаковых условиях называется **естественным рассеиванием снарядов,** или **рассеиванием траекторий.**

49. Совокупность траекторий снарядов, полученных вследствие рассеивания, называется **снопом траекторий** (рис. 20).

Траектория, проходящая в середине снопа, называется **средней траекторией.** Табличные и расчетные данные относятся к средней траектории.

Точка пересечения средней траектории с по-

верхностью цели (преграды) называется **средней точкой попадания** или **центром рассеивания.**

Площадь, на которой располагаются точки встречи (пробоины) снарядов, полученные при пересечении снопа траекторий с какой-либо пло-

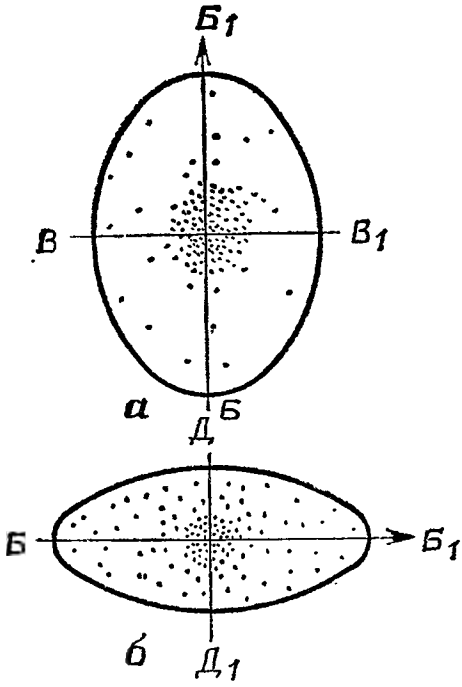


Рис. 21. Оси рассеивания:

а — на вертикальной плоскости; *б* — на горизонтальной плоскости; $ВВ_1$ — ось рассеивания по высоте; $ББ_1$ — ось рассеивания по боковому направлению; $ДД_1$ — ось рассеивания по дальности

скостью, называется **площадью рассеивания.** Площадь рассеивания обычно имеет **форму эллипса** (в частном случае может быть круг).

Горизонтальная и вертикальная линии, проходящие через центр рассеивания при расположении площади рассеивания на вертикальном щите, называются **осями рассеивания,** при этом горизонтальная — осью рассеивания по высоте, а вертикальная — осью рассеивания по боковому направлению (рис. 21). При расположении пло-

щади рассеивания на горизонтальной плоскости (на земле) осью рассеивания по боковому направлению будет линия, проходящая через центр рассеивания и параллельная направлению стрельбы, а линия, проходящая через центр рассеивания и перпендикулярная к направлению стрельбы, — осью рассеивания по дальности. Кратчайшие расстояния от точек встречи (пробоин) до осей рассеивания называются **отклонениями.**

Причины рассеивания

50. Все причины, вызывающие рассеивание, можно разделить на три группы:

— причины, вызывающие разнообразие начальных скоростей;

— причины, вызывающие разнообразие углов бросания и направления стрельбы;

— причины, вызывающие разнообразие условий полета снарядов.

51. Разнообразие начальных скоростей вызывает отклонение снарядов по дальности (высоте): при большей начальной скорости снаряд летит дальше, а при меньшей — ближе. Причинами разнообразия начальных скоростей являются:

— неодинаковая масса боевых зарядов вызывает изменение давления пороховых газов в канале ствола. Допустимое отклонение массы боевого заряда для танковых пушек от нормального. ±0,15%. Это дает изменение начальной скорости снаряда до 0,1% ее табличного значения;

— разница в температуре зарядов для отдельных выстрелов создает различные условия воспламенения и горения пороха, а следовательно, изменяет максимальное давление пороховых га-

зов в канале ствола и начальную скорость снаряда;

— в порохе боевого заряда неизбежны некоторые отклонения в размерах и форме пороховых зерен и некоторая разница химического состава, что влияет на процесс горения боевого заряда и вызывает разнообразие максимальных давлений в канале ствола, а следовательно, и начальных скоростей для каждого выстрела;

— неодинаковая масса снарядов из-за заводских допусков при изготовлении также приводит к разнообразию начальных скоростей, так как более тяжелый снаряд получает меньшую начальную скорость, а более легкий — бо́льшую;

— разнообразие досылания снарядов при раздельном заряжании изменяет объем, в котором происходит горение порохового заряда. Вследствие этого изменяются величина максимального давления в канале ствола и начальная скорость;

— в результате износа канала ствола может происходить прорыв газов между ведущим пояском снаряда и поверхностью канала ствола, вследствие чего величина давления пороховых газов на дно снаряда и начальная скорость снаряда уменьшаются.

52. **Разнообразие углов бросания** вызывает отклонение снарядов по дальности, а **разнообразие направления стрельбы** — отклонение снарядов по направлению. Эти причины оказывают наибольшее влияние на размеры площади рассеивания и в основном зависят от выучки стреляющего. Причинами разнообразия углов бросания и направления стрельбы являются:

— разнообразие наводки как по высоте, так и по направлению;

— разнообразие углов вылета при каждом выстреле;

— колебания оружия при стрельбе с ходу;

— несовершенство прицельных приспособлений.

53. Разнообразие условий полета снарядов (разнообразие величин силы сопротивления воздуха) вызывает отклонение снарядов по направлению и по дальности. Возникает это вследствие того, что за промежуток между двумя выстрелами происходит изменение состояния атмосферы (изменяются давление, температура, скорость и направление ветра).

При каждом выстреле действуют все три группы причин в различном сочетании. Это приводит к тому, что полет каждого снаряда происходит по траектории, отличающейся от траекторий других снарядов.

54. Устранить полностью причины, вызывающие рассеивание, а следовательно, устранить и само рассеивание невозможно. Однако, зная причины появления рассеивания, можно уменьшить влияние каждой из них и тем самым уменьшить рассеивание или, как принято говорить, повысить кучность стрельбы. Уменьшение рассеивания снарядов достигается:

— правильной подготовкой оружия и боеприпасов к стрельбе;

— максимально точной выверкой приборов прицеливания и приведением оружия к нормальному бою;

— подбором выстрелов по партиям изготовления пороха, сборки выстрелов и знакам отклонения массы снарядов при загрузке боеприпасов в боеукладку танка;

— отличной подготовкой наводчика и других членов танкового экипажа к действиям при танковом оружии;

— умелым применением правил стрельбы, выполнением приемов наводки и правил производства выстрелов, что уменьшает величины ошибок наводки.

Закон рассеивания

55. При большом числе выстрелов (более 20) в расположении точек встречи на площади рассеивания наблюдается определенная закономерность. Рассеивание снарядов подчиняется нормальному закону случайных ошибок, который в применении к рассеиванию называется **законом рассеивания**. Этот закон характеризуется следующими тремя положениями:

— точки встречи (пробоины) на площади рассеивания располагаются **неравномерно** — гуще к центру рассеивания и реже к краям площади рассеивания;

— точки встречи (пробоины) относительно осей рассеивания располагаются **симметрично:** число точек встречи по обе стороны от осей рассеивания, заключающихся в равных по абсолютной величине пределах (полосах), одинаково и каждому отклонению снаряда в одну сторону от оси рассеивания отвечает такое же по величине отклонение в противоположную сторону;

— точки встречи (пробоины) в каждом частном случае занимают **не беспредельную**, а ограниченную площадь.

Таким образом, закон рассеивания можно сформулировать так: **при достаточно большом**

числе выстрелов, произведенных практически в одинаковых условиях, рассеивание снарядов неравномерно, симметрично и не беспредельно.

Определение средней точки попадания

56. Положение средней точки попадания может быть определено графическим и аналитическим (расчетным) способом.

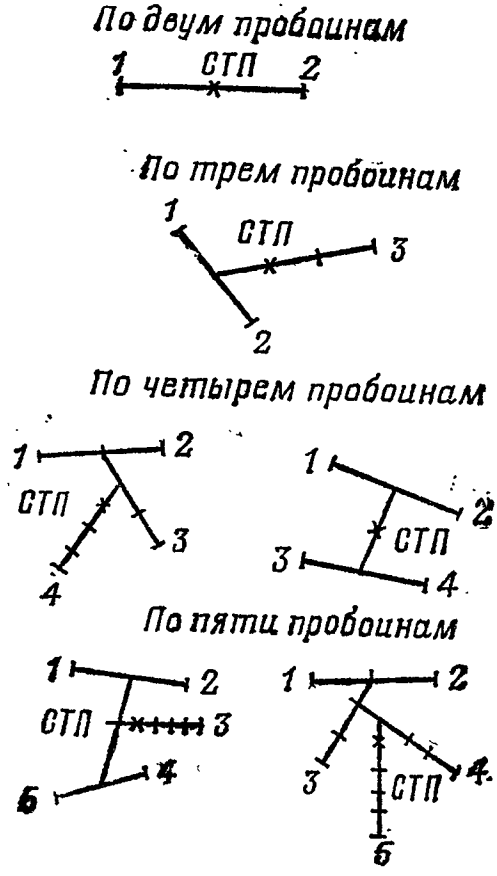


Рис. 22. Определение средней точки попадания (СТП) способом последовательного деления отрезков

При малом числе пробоин (до пяти) положение средней точки попадания определяют способом **последовательного деления отрезков**, а при большом числе — **проведением осей рассеивания или расчетом.**

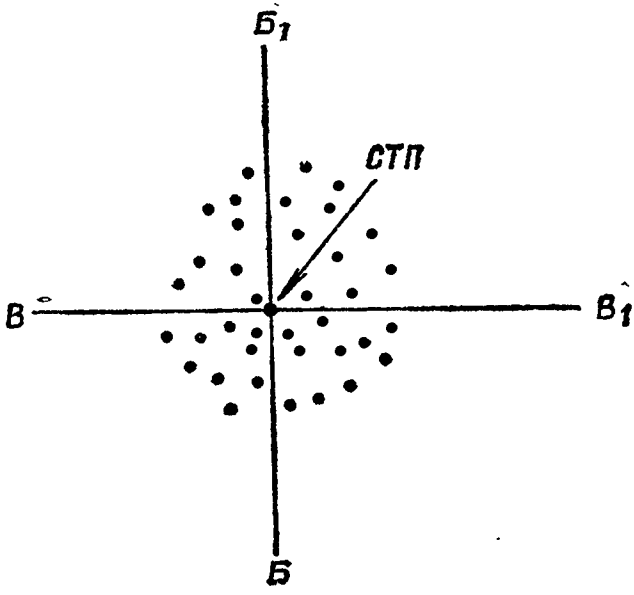
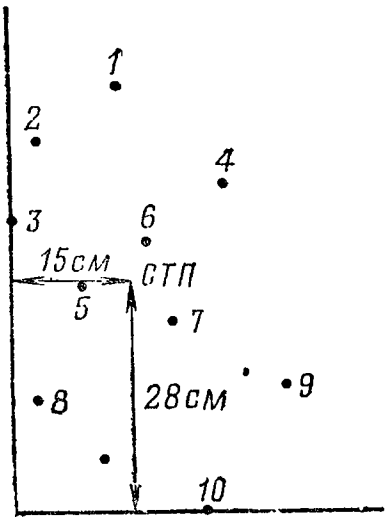


Рис. 23. Определение средней точки попадания (СТП) проведением осей рассеивания; $ВВ_1$ — ось рассеивания по высоте; $ББ_1$ — ось рассеивания по боковому направлению

57. Порядок определения средней точки попадания последовательным делением отрезков показан на рис. 22.

58. Для определения средней точки попадания **проведением осей рассеивания** (рис. 23) необходимо:

— отсчитать половину пробоин (точек встречи) слева (или справа) от края эллипса рассеи-



№ пробоин	Расстояние в см от пробоин до	
	вертикальной линии	горизонтальной линии
1	13	52
2	3	44
3	0	35
4	27	39
5	8	27
6	17	33
7	20	22
8	3	13
9	35	15
10	24	0
Сумма, деленная на число пробоин	$\frac{150}{10}=15$	$\frac{280}{10}=28$

Рис. 24. Определение средней точки попадания способом расчета

вания и провести ось рассеивания по боковому направлению;

— отсчитать половину пробоин (точек встречи) снизу (сверху) и провести ось рассеивания по высоте (дальности);

— точка пересечения осей рассеивания и является средней точкой попадания.

59. Для определения средней точки попадания расчетом (рис. 24) необходимо:

— провести через левую (правую) пробоину (точку встречи) вертикальную линию, измерить кратчайшее расстояние от каждой пробоины (точки встречи) до этой линии, сложить все эти расстояния и разделить сумму на число пробоин (точек встречи);

— провести через нижнюю (верхнюю) пробоину (точку встречи) горизонтальную линию, измерить кратчайшее расстояние от каждой пробоины (точки встречи) до этой линии, сложить все эти расстояния и разделить сумму на число пробоин (точек встречи).

Полученные числа определяют удаление (координаты) средней точки попадания от указанных линий.

Меры рассеивания и зависимость между ними

60. Для измерения величины площади рассеивания, сравнения рассеивания снарядов при стрельбе из различных видов оружия, а также для оценки рассеивания при ведении огня различными способами применяются следующие меры (единицы измерения) рассеивания: **срединное отклонение и сердцевинная полоса.**

61. Срединным отклонением называется такое отклонение, которое в ряду всех отклонений, выписанных по абсолютной величине в возрастающем или убывающем порядке, занимает среднее место.

Срединные отклонения обозначаются: $Вд$ — срединное отклонение по дальности; $Вв$ — по высоте; $Вб$ — по боковому направлению.

Для определения величины срединного отклонения по одному из направлений необходимо выписать все отклонения в ряд в возрастающем или убывающем порядке по абсолютной величине. Отклонение, стоящее посередине этого ряда, и будет являться срединным отклонением.

Если ряд всех отклонений состоит из четного числа отклонений, то для определения величины срединного отклонения нужно взять два отклонения, стоящие посередине, и разделить сумму их абсолютных величин на два.

Пример. Восьми пробоинам отвечают следующие отклонения от оси рассеивания по высоте: выше оси рассеивания +15; +25; +55; +60 см; ниже ее —20; —35; —40; —50 см. Определить величину срединного отклонения по высоте ($Вв$).

Решение. Выписав по абсолютной величине все отклонения в возрастающем порядке, получим

15; 20; 25; **35; 40;** 50; 55; 60 см;

$$Вв = \frac{35 + 40}{2} = 37{,}5 \text{ см}.$$

Иногда пользуются другим определением срединного отклонения: **срединным отклонением** называется половина ширины центральной полосы рассеивания, вмещающей 50% всех попаданий, при условии, что ось рассеивания проходит по ее середине.

Для определения величины срединного отклонения графическим способом необходимо отсчитать справа (сверху) 25% попаданий и отделить их вертикальной (горизонтальной) линией; отсчитать слева (снизу) 25% попаданий и отделить их вертикальной (горизонтальной) линией. В результате этого получится полоса, вмещающая 50% попаданий, т. е. полоса лучшей половины попаданий. Половину ширины этой полосы, примыкающую непосредственно к той или иной оси рассеивания, принимают за величину срединного отклонения.

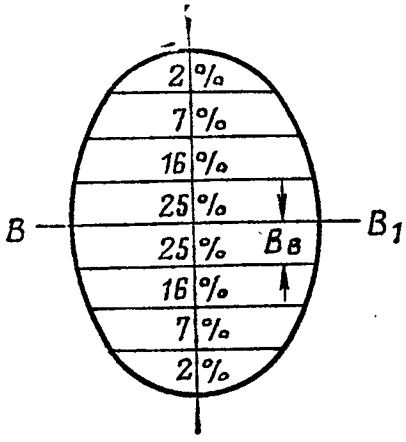


Рис. 25. Шкала рассеивания по высоте с масштабом в одно срединное отклонение

62. Если от той или иной оси рассеивания отложить в обе стороны полосы, равные по ширине срединному отклонению, то окажется, что вся площадь рассеивания равна восьми полосам (рис. 25).

Отклонений от средней точки попадания более четырех срединных отклонений практически не бывает, так как вероятность их получения не превышает 0,7%.

При большом числе выстрелов в каждой из полос, равной одному срединному отклонению или его части, содержится определенный процент попаданий.

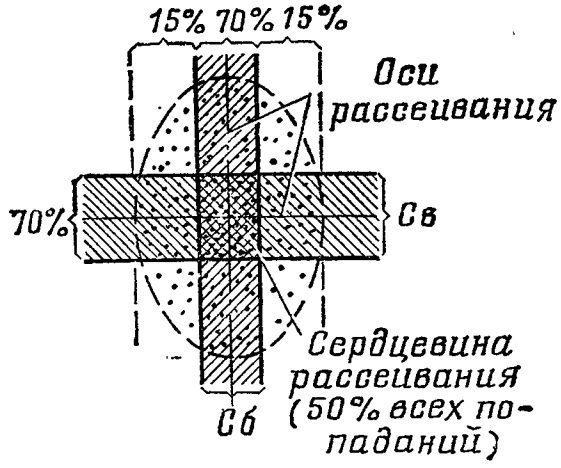


Рис. 26. Сердцевинные полосы и сердцевина рассеивания

Чертеж, показывающий процентное распределение попаданий в полосы, равные по ширине одному срединному отклонению или его части, называется **шкалой рассеивания.**

63. Полоса рассеивания, содержащая 70% всех попаданий, при условии, что ось рассеивания проходит по ее середине, называется **сердцевинной полосой** (рис. 26).

Сердцевинная полоса включает в себя 3,06 соответствующего срединного отклонения. На практике ширину сердцевинной полосы принимают равной трем срединным отклонениям.

Сердцевинные полосы обозначаются: *Сд* — сердцевинная полоса по дальности; *Св* — по высоте; *Сб* — по боковому направлению.

Прямоугольник, образуемый пересечением двух сердцевинных полос, называется **сердцевиной рассеивания.** Она включает 50% всех попаданий (0,70·0,70=0,49, округленно 0,50, или 50%).

Для определения ширины сердцевинной полосы графическим способом необходимо отсчитать

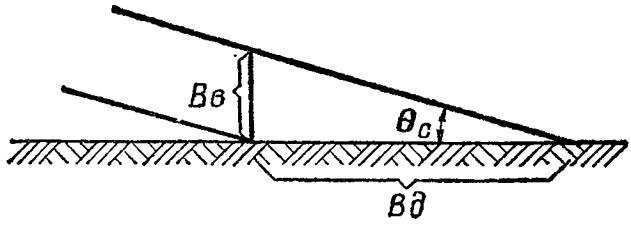


Рис. 27. Зависимость между срединным отклонением по дальности и высоте

справа (сверху) 15% попаданий и провести вертикальную (горизонтальную) линию, отсчитать слева (снизу) 15% попаданий и провести вертикальную (горизонтальную) линию. В результате этого вся площадь окажется разделенной на три почти равные полосы, при этом центральная полоса содержит 70% попаданий, а крайние — по 15% каждая. Затем следует измерить расстояние между вертикальными (горизонтальными) линиями, которое и будет равно ширине сердцевинной полосы.

Срединное отклонение, сердцевинная полоса и сердцевина рассеивания характеризуют рассеивание, определяют кучность стрельбы и применяются при определении вероятности попадания в цель.

64. Между величинами рассеивания по даль-

ности и по высоте существует зависимость, которая определяется формулой (рис. 27):

$$Вд = \frac{Вв \cdot 1000}{\theta_c},$$

где θ_c — угол падения в тысячных.

Пример. Определить $Вд$, если $Вв = 0{,}6$ м; $\theta_c = 17$ тыс.
Решение.

$$Вд = \frac{Вв \cdot 1000}{\theta_c} = \frac{0{,}6 \cdot 1000}{17} = 35{,}3 \text{ м}.$$

Зависимость величины рассеивания от условий стрельбы

65. Величины срединных отклонений и сердцевинных полос, указанные в таблицах стрельбы, соответствуют нормальным (табличным) условиям при ведении огня днем с места по неподвижной цели.

При стрельбе по целям, расположенным на скатах, величины срединных отклонений по дальности уменьшаются или увеличиваются (рис. 28, 29).

При стрельбе в условиях, отличающихся от нормальных, и ведении огня другими способами (с коротких остановок, с ходу, по движущейся цели и др.) величины мер рассеивания изменяются.

Рассеивание, относящееся к определенному времени и условиям стрельбы, называется **рассеиванием данного момента.**

66. Значения характеристик рассеивания в зависимости от угла наклона местности в районе цели ($\omega_{ск}$) определяют по формулам:

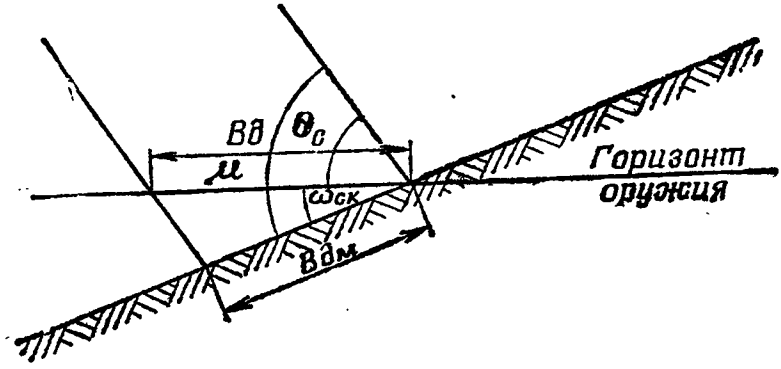


Рис. 28. Зависимость величины рассеивания по дальности от встречного ската

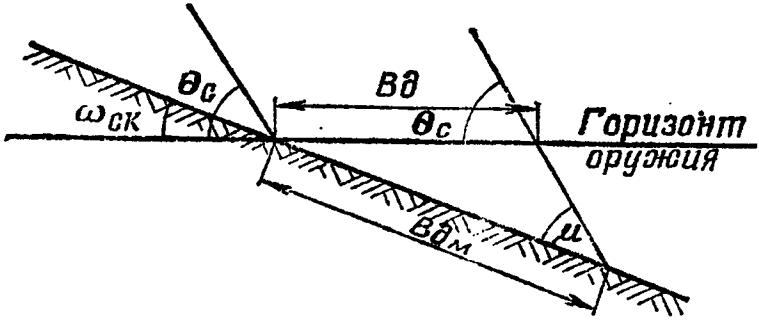


Рис. 29. Зависимость величины рассеивания по дальности от обратного ската

— если цель находится на скате (рис. 28), обращенном в сторону танка, то

$$Вд_м = Вд \frac{\theta_c}{\theta_c + \omega_{ск}};$$

— если цель находится на обратном скате (рис. 29), то

$$Вд_м = Вд \frac{\theta_c}{\theta_c - \omega_{ск}},$$

где θ_c ($\omega_{ск}$) — угол падения (ската) в тысячных.

Из формул видно, что в первом случае рассеивание по дальности уменьшается, а во втором увеличивается.

67. Величины срединных отклонений в зависимости от различных способов ведения огня по сравнению с табличным рассеиванием характеризуются следующими данными:

а) при стрельбе с места по движущимся целям:

Направление движения цели	По высоте	По дальности	По боковому направлению
Фланговое и косое	1,7 *Вв*	1,7 *Вд*	3 *Вб*
Фронтальное	1,7 *Вв*	1,7 *Вд*	1,7 *Вб*

б) при стрельбе с коротких остановок по движущимся целям:

Срединные отклонения / Скорость движения цели	Дальность до 1500 м			Дальность более 1500 м		
	по дальности	по высоте	по боковому направлению	по дальности	по высоте	по боковому направлению
До 25 км/ч	2,1 *Вд*	2,1 *Вв*	3,2 *Вб*	2,3 *Вд*	2,3 *Вв*	3,4 *Вб*
Более 25 км/ч	2,3 *Вд*	2,3 *Вв*	3,5 *Вб*	2,5 *Вд*	2,5 *Вв*	3,6 *Вб*

При стрельбе с коротких остановок по неподвижным целям на дальность до 1500 м рассеивание больше табличного в 1,2 раза, а на дальность более 1500 м — в 1,5 раза.

в) при стрельбе с ходу:

При стрельбе по неподвижным целям	По высоте (дальности)	По направлению
Без стабилизатора	В 12—18 раз	В 8—12 раз
Со стабилизатором	В 2—3 раза	В 3—5 раз

При стрельбе с ходу по движущимся целям рассеивание по сравнению со стрельбой с ходу по неподвижным целям увеличивается в 1,2—1,3 раза.

Рассеивание при стрельбе подразделением

68. При назначении командиром подразделения исходных установок могут быть допущены общие для всех танков подразделения ошибки, которые зависят от способа измерения дальности до цели и от способа учета отклонений метеорологических и баллистических условий стрельбы от нормальных. Кроме того, командиры танков, назначая исходные установки, могут допустить свои индивидуальные ошибки, являющиеся следствием ошибок: технической подготовки оружия танков к стрельбе, определения и учета разнобоя орудий, учета уступа данного танка относительно танка командира, учета крена танка.

Таким образом, при стрельбе подразделением имеют место две группы ошибок:

— ошибки подготовки, общие для всех танков подразделения;

— ошибки подготовки индивидуальные.

Наличие этих ошибок приводит к тому, что рассеивание при стрельбе подразделением примерно в 1,5 раза больше, чем при стрельбе из одного танка.

Увеличение рассеивания приводит к некоторому снижению вероятности попадания в цель. Однако вследствие одновременной стрельбы по цели нескольких танков время на решение огневой задачи значительно сокращается.

Глава четвертая

ДЕЙСТВИТЕЛЬНОСТЬ СТРЕЛЬБЫ

Понятие о действительности стрельбы

69. В зависимости от способа ведения огня, характера цели и дальности до нее, вида боеприпасов и других факторов при стрельбе из танков могут быть достигнуты различные результаты. Для выбора наиболее эффективного в данных условиях способа ведения огня необходимо заранее произвести оценку стрельбы, т. е. определить ее действительность.

Действительностью стрельбы называют степень соответствия результатов стрельбы поставленной огневой задаче.

Действительность стрельбы может быть определена заранее расчетным путем или по результатам опытных стрельб.

70. В зависимости от условий действительность стрельбы оценивают:

а) при проведении опытных стрельб:

— числом снарядов, попавших в цель или нанесших поражение цели (осколками, фугасным действием);

— продолжительностью стрельбы;

— расходом боеприпасов;

б) при расчетном способе:

— вероятностью поражения одиночной цели;

— математическим ожиданием числа (процента) пораженных элементов (фигур) при стрельбе по групповой цели;

— математическим ожиданием числа попаданий;

— средним ожидаемым расходом боеприпасов на выполнение огневой задачи;

— средним ожидаемым расходом времени на выполнение огневой задачи.

Кроме того, при оценке действительности стрельбы учитывается степень воздействия на цель снаряда (пули).

71. Ударное действие снаряда заключается в пробитии преграды при прямом попадании в нее и характеризуется глубиной проникания в преграду (толщиной пробиваемой брони). Бронебойный снаряд пробивает броню толщиной, равной 1,5—2 калибрам снаряда.

Кумулятивное действие снаряда заключается в направленном ударе кумулятивной струи, образующейся при разрыве снаряда. Кумулятивное действие характеризуется глубиной проникания

в броню (толщиной пробиваемой брони). Кумулятивный снаряд пробивает броню толщиной, равной 3—4 калибрам снаряда.

Осколочное действие снаряда заключается в нанесении поражения открыто расположенной цели осколками корпуса снаряда, которые образуются при его разрыве. За зону осколочного действия принимается площадь, на которой при разрыве снаряда живая сила будет наверняка поражена осколками снаряда.

Осколочное действие характеризуется размерами зоны осколочного поражения, приведенными в таблице:

Калибр снаряда, мм	Пехота в рост		Пехота лежа	
	по фронту, м	по глубине, м	по фронту, м	по глубине, м
85	28	10	19	7
100	31	13	22	9
122	40	14	28	10

Фугасное действие снаряда заключается в разрушении преграды ударной волной, образующейся при взрыве разрывного заряда снаряда.

Фугасное действие характеризуется величиной воронки, которая образуется при разрыве снаряда в грунте средней плотности. Размеры воронок в грунте средней плотности при установке взрывателя на фугасное действие приведены в таблице:

Калибр снаряда, мм	Размер воронки, м	
	глубина	радиус
85	0,4	1,0
100	0,5	1,2
122	0,6	1,5

При стрельбе на поражение открыто расположенной живой силы действие пули характеризуется убойностью.

Убойность определяется кинетической энергией, которая достаточна для поражения человека и должна быть не менее 10 кгс·м.

При стрельбе на поражение живой силы, расположенной за укрытием, необходимо знать пробивное действие пули — способность пробивать различные преграды.

Пробивное действие обыкновенной 7,62-мм пули винтовочного патрона на дальность 100 м приведено в таблице:

Материал преграды	Глубина проникания, мм
Стальная плита	6
Гравий	120
Кирпичная стена	150
Земля	450
Песок	450
Дубовая стена	450
Сосновая стена	500

Действие бронебойной 7,62-мм пули винтовочного патрона по пробиванию брони толщиной 7 мм характеризуется следующими данными:

Дальность стрельбы, м	Вероятность пробивания
400	100%
600	75%
800	50%
1000	Не пробивается

Пули комбинированного действия (трассирующие, бронебойно-зажигательные и другие специальные пули), помимо своего специального назначения, оказывают на живую силу и на преграду такое же действие, как и обыкновенные пули.

72. Для расчета показателей действительности стрельбы необходимо знать ошибки, характеризующие подготовку и корректирование стрельбы, характеристики рассеивания снарядов, а также способы определения вероятности попадания в цель и вероятности поражения целей.

73. Ошибки, сопровождающие подготовку вооружения к стрельбе, называют **ошибками технической подготовки**, а ошибки, сопровождающие определение данных для назначения исходных установок, **ошибками определения исходных установок.**

Составляющими ошибок технической подготовки являются:

— ошибки выверки прицельных приспособлений;

— ошибки приведения оружия к нормальному бою;

— ошибки механизмов из-за допусков при их изготовлении (мертвые ходы, эксцентриситет, ошибки нанесения шкал и др.).

Составляющими ошибок определения исходных установок являются:

— ошибки определения дальности до цели и направления стрельбы;

— ошибки из-за неточного учета (или неучета) отклонения условий стрельбы от табличных;

— ошибки округления исходных данных при назначении установок;

— ошибки из-за неточного учета величины изменения расстояния до цели вследствие движения цели (ВИРц) и танка (ВИРт), а также величины изменения направления на цель вследствие движения цели (ВИНц) и танка (ВИНт).

74. Значения срединных ошибок подготовки стрельбы из танка и рассеивания при стрельбе с места по неподвижной цели:

№ по пор.	Название ошибок	Срединные ошибки		
		по направлению	по высоте	по дальности
1	Ошибка технической подготовки	E_{ZT}=0,3 тыс.	$E_{УТ}$= =0,3 тыс.	E_{XT}=0,3ΔX тыс.
2	Ошибки определения исходных данных:			
	глазомерного определения дальности;	—	—	$E_{Д}$=15% $Д$
	определения дальности дальномером;	—	—	$E_{Д}$=4% $Д$
	определения и учета поправок на откло-			

№ по пор.	Название ошибок	Срединные ошибки		
		по направлению	по высоте	по дальности
	ижение условий стрельбы от табличных:			
	метеорологических	$E_{zм}$=0,6 тыс.	—	$E_{xм}$=0,6% $Д$
	баллистических	$E_{zб}$=0,25 тыс.	—	$E_{xб}$=0,7% $Д$
	креиа танка	$E_{zкр}$=0,2 тыс.	—	—
3	Ошибки округления при переводе данных в исходные установки	$E_{zокр}$= =0,39l, тыс., где l—половина деления шкалы прицела	—	$E_{zокр}$=20 $м$
4	Рассеивание;			
	ошибки наводки с прицелом ТШ с места по неподвижной цели	$E_{zн}$=0,1 тыс.	$E_{yн}$= =0,1 тыс.	$E_{xн}$= =0,1 ΔX тыс.
	техническое (табличное) рассеивание	$Вб$ (м)	$Вв$ (м)	$Вд$ (м)

75. Суммарная срединная ошибка подготовки стрельбы по направлению или по дальности (высоте) равна корню квадратному из суммы квадратов ошибок, входящих в данное направление, и определяется по формуле

$$E_{сум} = \sqrt{E_1^2 + E_2^2 + E_3^2 + \ldots},$$

где $E_{сум}$ — суммарная срединная ошибка;

E_1, E_2 ... — срединные ошибки, составляющие суммарную срединную ошибку.

Суммарная срединная ошибка подготовки стрельбы по высоте определяется через суммарную срединную ошибку по дальности по формуле

$$Ey_{сум} = Ex_{сум} \operatorname{tg} \theta_c.$$

Для малых углов с достаточной для практики точностью можно заменить величину тангенса угла значением

$$\operatorname{tg}\theta_c = \frac{\theta_c}{1000},$$

тогда формула примет вид

$$Ey_{\text{сум}} = Ex_{\text{сум}} \frac{\theta_c}{1000},$$

где $Ey_{\text{сум}}$ — суммарная срединная ошибка подготовки по высоте;

$Ex_{\text{сум}}$ — суммарная срединная ошибка подготовки по дальности;

θ_c — угол падения в тыс.

Положение отдельного снаряда относительно цели при первом выстреле определяется величиной суммарных ошибок, включающих ошибки подготовки стрельбы и рассеивания снарядов.

Суммарное (приведенное) срединное отклонение (Bn) по любому направлению равняется среднему квадратическому из суммарной срединной ошибки в подготовке исходных данных для стрельбы $(E_{\text{сум}})$ и срединного отклонения рассеивания снарядов (B), т. е. $Bn = \sqrt{E^2_{\text{сум}} + B_2}$.

76. Для уменьшения ошибок технической подготовки оружия необходимо при выполнении работ по выверке прицельных приспособлений и приведению оружия к нормальному бою строго соблюдать соответствующие правила.

Для уменьшения влияния мертвых ходов механизмов наведения необходимо, производя наводку, подводить прицельную марку к цели в

одном направлении (обычно слева — направо и снизу — вверх).

Для уменьшения ошибок определения исходных установок необходимо:

— при определении дальности до цели в зависимости от условий применять наиболее точный способ (дальномером, пристрелкой, от ориентиров, дальность до которых известна, и т. д.);

— при стрельбе в условиях изменяющейся дальности до цели точнее определять направление и скорость движения танка и цели для правильного учета поправок направления и дальности стрельбы;

— точнее определять отклонения условий стрельбы от табличных и вводить в исходные установки необходимые поправки;

— точнее учитывать влияние бокового ветра и крена танка.

Вероятность попадания и ее зависимость от различных причин

77. Вследствие рассеивания снарядов и ошибок в подготовке стрельбы при выстреле можно попасть в цель или допустить промах. Возможность попасть в цель характеризуется вероятностью попадания.

Вероятностью попадания называется число, характеризующее степень возможности попадания в цель при данных условиях стрельбы.

Вероятность попадания выражается обычно в процентах или десятичных дробях.

Знание закономерностей и характеристик рассеивания и ошибок подготовки стрельбы позволяет еще до стрельбы определить вероятность попадания в цель.

Примечание. Вероятность попадания может быть определена на основании результатов опытных стрельб.

Отношение числа попаданий к числу всех произведенных выстрелов называется **частостью (частотой) попадания.**

При достаточно большом числе стрельб, произведенных в возможно одинаковых условиях, частость попадания изменяется в очень узких пределах, колеблясь около среднего значения. Среднее значение частости попадания, найденное в результате этих стрельб, и будет вероятностью попадания для данных условий.

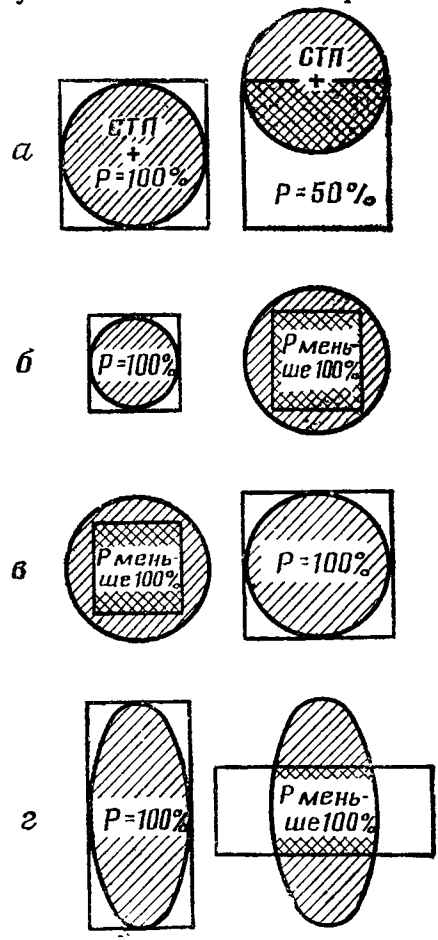


Рис. 30. Зависимость вероятности попадания от различных причин:

а — от положения средней точки попадания (СТП); *б* — от размеров площади рассеивания; *в* — от размеров цели; *г* — от направления стрельбы

78. Величина вероятности попадания зависит (рис. 30):

— от положения центра рассеивания (средней траектории) относительно центра цели; чем ближе центр рассеивания к центру цели, тем больше вероятность попадания;

— от размеров цели; при одних и тех же размерах рассеивания и при совпадении центра рассеивания с центром цели вероятность попадания тем больше, чем больше размеры цели;

— от размеров площади рассеивания; при одних и тех же размерах цели и при совпадении центра рассеивания с центром цели вероятность попадания тем больше, чем меньше площадь рассеивания;

— от направления стрельбы; чем ближе совпадает направление стрельбы с наибольшим размером цели, тем больше вероятность попадания.

79. Для увеличения вероятности попадания в цель необходимо:

— своевременно и тщательно производить выверку прицельных приспособлений и приведение пулеметов к нормальному бою;

— умело выбирать установку прицела и точку прицеливания, для чего с наибольшей точностью определять дальность до цели;

— возможно точнее наводить оружие и принимать меры к уменьшению рассеивания;

— выбирать момент для выстрела, когда цель наиболее уязвима или имеет наибольшие размеры (появилась открыто, подставила борт или фланг и др.).

Способы определения вероятности попадания в цель

80. Определение вероятности попадания в цель сводится к определению вероятности получения отклонений, не выходящих за пределы размеров цели.

Вероятность попадания в цель можно определить следующими способами:

— сравнением площади цели с площадью сердцевины рассеивания;

— по шкале рассеивания;
— по сетке рассеивания;
— по таблице значений вероятностей попадания.

81. Вероятность попадания сравнением площади цели с площадью сердцевины рассеивания определяют тогда, когда цель полностью накрывается сердцевиной рассеивания. В этом случае вероятность попадания в цель будет во столько раз меньше вероятности попадания в сердцевину рассеивания, во сколько раз площадь цели меньше площади сердцевины.

Это положение можно записать формулой

$$p = 50\% \frac{Sц}{Св\,Сб},$$

где p — вероятность попадания в цель;
50% — вероятность попадания в сердцевину рассеивания;
$Sц$ — площадь цели;
$Св$ и $Сб$ — сердцевинные полосы по высоте и боковому направлению.

Вероятность попадания в цель этим способом определяют, как правило, при стрельбе из пулемета.

82. Определение вероятности попадания по шкале рассеивания производится в следующем порядке:

а) если цель — полоса, стороны которой параллельны одной из осей рассеивания, то необходимо:

— вычертить в произвольном масштабе цель;
— нанести положение средней траектории на цель;
— провести ось рассеивания;

— построить в избранном масштабе шкалу рассеивания;

— подсчитать суммированием вероятность попадания в полосу.

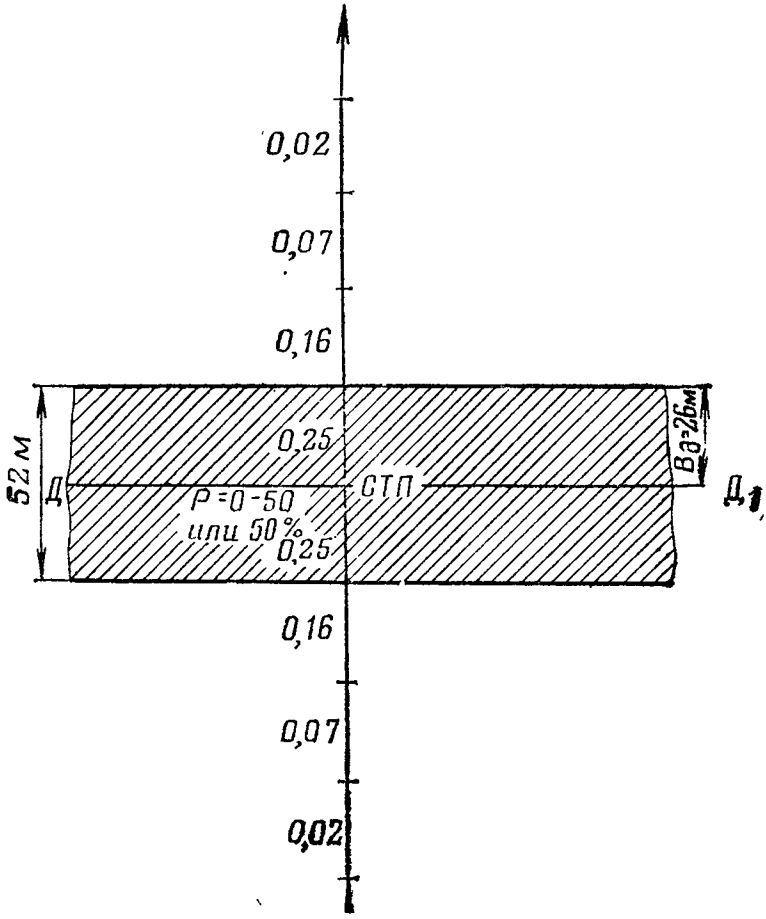


Рис. 31. Определение вероятности попадания в полосу по шкале рассеивания

Пример. Определить вероятность попадания в цель — полосу, если ее глубина равна 52 м, $Вд=26$ м, а средняя траектория перпендикулярна цели и проходит через середину цели (рис. 31).

Решение. $p=0{,}25+0{,}25=0{,}50$, или 50%;

б) если цель — прямоугольник, стороны которого параллельны осям рассеивания, то вероятность попадания в цель равна произведению вероятностей попадания в полосы, равные высоте (глубине) и ширине цели:

$$p = p_д p_б \text{ или } p = p_в p_б,$$

где $p_д$ — вероятность попадания в полосу, равную глубине цели;

$p_б$ — вероятность попадания в полосу, равную ширине цели;

$p_в$ — вероятность попадания в полосу, равную высоте цели.

Пример. Определить вероятность попадания в цель — прямоугольник, если ее стороны равны $2Вд$ и $2Вб$ и средняя траектория проходит через правый нижний угол цели (рис. 32).

Решение: 1. Вычертить в избранном масштабе цель.

2. Нанести положение средней траектории (в правом нижнем углу цели).

3. Провести оси рассеивания по дальности и по направлению.

4. Построить на осях шкалы рассеивания.

5. Определить подсчетом вероятности попадания:

— по дальности

$$p_д = 0{,}25 + 0{,}16 = 0{,}41;$$

— по боковому направлению

$$p_б = 0{,}25 + 0{,}16 = 0{,}41.$$

6. Определить вероятность попадания в цель

$$p = 0{,}41 \times 0{,}41 = 0{,}168, \text{ или } 16{,}8\%;$$

в) если цель не является прямоугольником, а имеет фигурное очертание, то сначала определяется вероятность попадания в прямоугольник, описанный вокруг фигурной цели. После чего по-

лученную вероятность умножают на **коэффициент фигурности.** Это и будет вероятность попадания в фигурную цель.

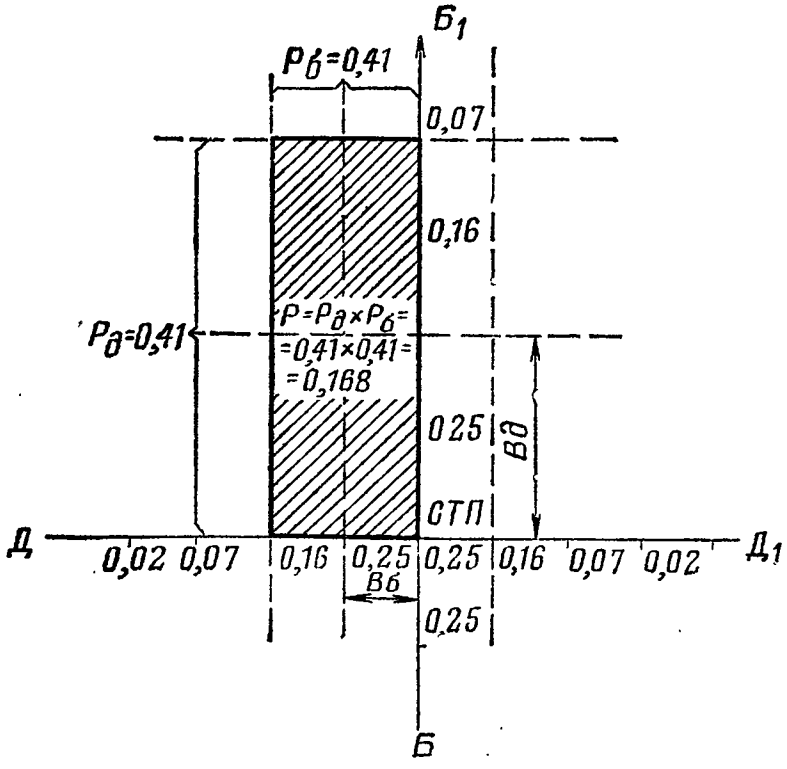


Рис. 32. Определение вероятности попадания в прямоугольник

Вероятность попадания в этом случае определяют по формуле

$$p = p_д \cdot p_б \cdot K.$$

Коэффициентом фигурности цели (K) называют отношение площади цели к площади описанного около нее прямоугольника. Коэффи-

циент фигурности следует применять в тех случаях, когда размеры цели меньше размеров полного рассеивания.

Примечание. Для более точных расчетов коэффициент фигурности определяется как отношение вероятности попадания в цель к вероятности попадания в прямоугольник, описанный вокруг цели.

Для удобств определения вероятности попадания иногда фигурную цель заменяют равновеликим прямоугольником, стороны которого соответственно равны произведению ширины (высоты) мишени на корень квадратный из коэффициента фигурности. Найденную вероятность попадания в такой прямоугольник принимают за вероятность попадания в фигурную цель.

Значения коэффициентов фигурности и приведенных размеров мишеней даны в приложении 8.

Пример. Определить вероятность попадания в танк противника (мишень № 12) при стрельбе из 100-мм танковой пушки бронебойно-трассирующим снарядом на расстоянии 1800 м, если средняя траектория пройдет через середину цели (рис. 33).

Решение: 1. Из приложений 4 и 8 находим: $Bв=0{,}5$ м; $Bб=0{,}5$ м; высота цели равна 2,8 м; ширина цели равна 3,6 м; коэффициент фигурности равен 0,85.

2. Определяем вероятность попадания в полосу, равную высоте цели:

$$p_в = (25\% + 16\% + 5{,}6\%)\cdot 2 = 93{,}2\%, \text{ или } 0{,}932.$$

3. Определяем вероятность попаданий в полосу, равную ширине цели:

$$p_б = (25\% + 16\% + 7\% + 1{,}2\%)\cdot 2 = 98{,}4\%, \text{ или } 0{,}984.$$

4. Определяем вероятность попадания в цель

$$p = p_в p_б K = 0{,}932\cdot 0{,}984\cdot 0{,}85 = 0{,}779, \text{ или } 77{,}9\%.$$

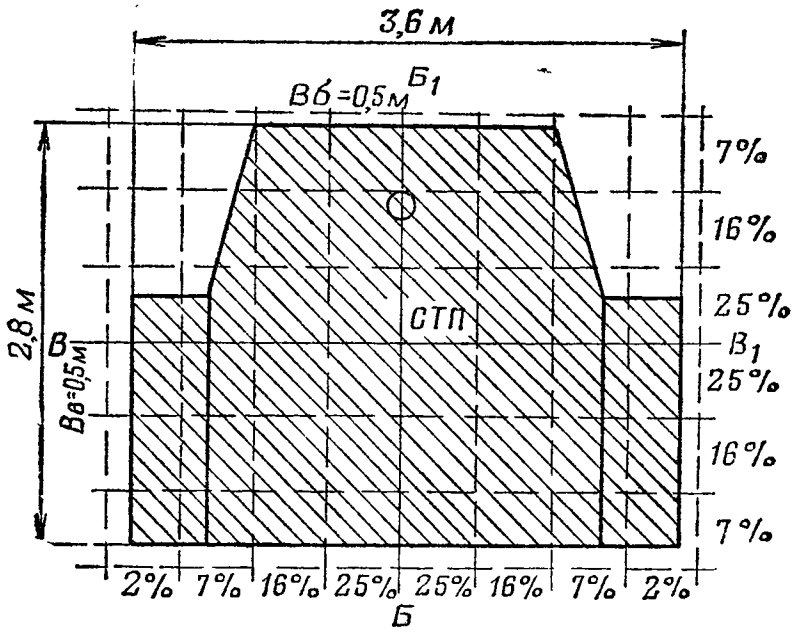


Рис. 33. Определение вероятности попадания в фигурную цель

83. Сеткой рассеивания называют чертеж, построенный на двух взаимно перпендикулярных шкалах рассеивания (рис. 34).

По сетке рассеивания определяют вероятность попадания в том случае, когда не известен коэффициент фигурности цели.

Порядок определения вероятности по сетке рассеивания следующий:

— определить глубину (высоту) и ширину цели в величинах срединных отклонений;

— учитывая положение центра цели относительно центра сетки и конфигурацию цели, нанести цель на сетку (в избранном масштабе);

— определить (подсчитать) вероятность попадания в площадь, ограниченную контурами цели,

как сумму вероятностей, вписанных в нее прямоугольников сетки, т. е.

$$p = p_1 + p_2 + p_3 \ldots + p_n.$$

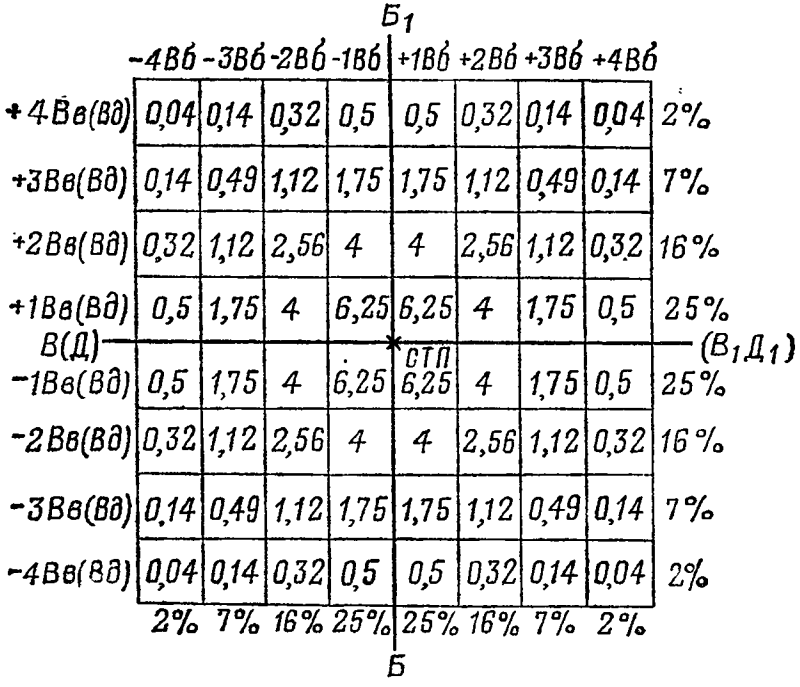


Рис. 34. Сетка рассеивания с масштабом в одно срединное отклонение

Если в контур цели входит часть площади прямоугольника сетки, то значение вероятности для этого прямоугольника определяется соответственно размерам его площади, входящей в площадь цели.

84. Порядок определения вероятности попадания в цель по таблице значений вероятностей попадания, когда средняя точка попадания совпадает с серединой цели, следующий:

— подсчитать отношение половины высоты (глубины) или ширины цели к срединному отклонению по высоте (дальности) или боковому направлению; отношения в таблице обозначены через B;

— в графе B найти цифры, соответствующие этим отношениям; стоящие рядом в графе $\Phi(B)$ цифры являются вероятностью попадания в полосы, равные высоте (глубине) или ширине цели.

Вероятность попадания в прямоугольник будет равна произведению вероятности попадания в полосу, равную высоте (глубине) цели, на вероятность попадания в полосу, равную ширине цели.

Если цель по своей форме отличается от прямоугольника, то найденную вероятность попадания необходимо умножить на коэффициент фигурности или для определения вероятности попадания взять приведенные размеры цели:

$$p = \Phi\left(\frac{y}{Bв}\right)\Phi\left(\frac{z}{Bб}\right)K \text{ или}$$

$$p = \Phi\left(\frac{x}{Bд}\right)\Phi\left(\frac{z}{Bб}\right)K,$$

где p — вероятность попадания в цель;

y, z, x — соответственно половина высоты, ширины, глубины цели;

$Bв, Bб, Bд$ — соответственно срединные отклонения по высоте, боковому направлению и по дальности;

K — коэффициент фигурности.

Пример. Определить вероятность попадания в ПТУРС на автомобиле при стрельбе из 100-мм танковой пушки осколочно-фугасной гранатой на расстояние 2800 м, если средняя траектория пройдет через середину цели.

Решение: 1. Из приложений 6 и 8 находим: $Bв=0{,}5$ м; $Bб=0{,}8$ м; приведенные размеры цели — высота равна 1,92; ширина равна 1,74.

2. Определяем вероятность попадания в полосу, равную высоте цели ($p_в$):

а) находим отношение половины высоты цели к срединному отклонению по высоте

$$B = \frac{0{,}96}{0{,}5} = 1{,}92;$$

б) по таблице (приложение 3) в графе B находим цифру 1,92; стоящая рядом с этой цифрой в графе $\Phi(B)$ цифра 0,805 и есть величина вероятности попадания в данную полосу ($p_в$).

3. Определяем вероятность попадания в полосу, равную ширине цели ($p_б$):

$$B = \frac{0{,}87}{0{,}8} = 1{,}09;\ \Phi(B) = \Phi(1{,}09) = 0{,}538.$$

4. Определяем вероятность попадания в цель

$$p = p_в p_б = 0{,}805 \cdot 0{,}538 = 0{,}433, \text{ или } 43{,}3\%.$$

85. Когда средняя точка попадания не совпадает с серединой цели, то вероятность попадания в нее может быть определена по формуле

$$p = \frac{1}{4}\left[\Phi\left(\frac{x_1}{Bд}\right) \pm \Phi\left(\frac{x_2}{Bд}\right)\right] \times$$

$$\times\left[\Phi\left(\frac{z_1}{Bб}\right) \pm \Phi\left(\frac{z_2}{Bб}\right)\right] K,$$

где x_1 и x_2 — расстояния от оси рассеивания по дальности соответственно до дальнего и ближнего края цели;

z_1 и z_2 — расстояния от оси рассеивания по боковому направлению соответственно до дальнего и ближнего края цели;

Вд и *Вб* — срединные отклонения соответственно по дальности и боковому направлению;

К — коэффициент фигурности.

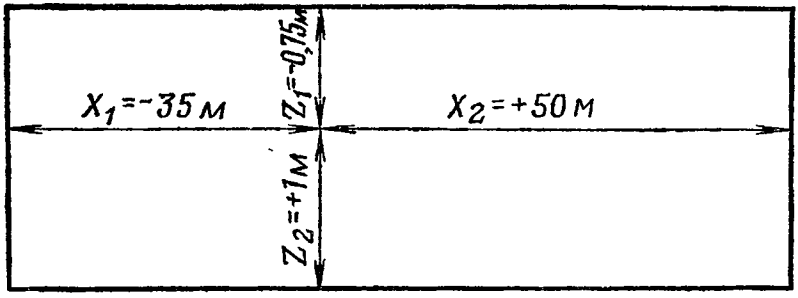


Рис. 35. Координаты средней точки попадания

Знак плюс (+) берется, когда ось рассеивания проходит через цель, а знак минус (—) берется, когда ось рассеивания вне цели.

Пример. Определить вероятность попадания в цель — прямоугольник (К=1), если известно, что средняя траектория относительно цели занимает положение, определяемое координатами (рис. 35):

по дальности

$$x_1 = -35 \text{ м}; \; x_2 = +50 \text{ м};$$

по направлению

$$z_1 = -0{,}75 \text{ м}; \; z_2 = +1{,}0 \text{ м}.$$

Характеристики рассеивания равны:

$$Вд = 25 \text{ м}; \; Вб = 0{,}5 \text{ м}.$$

Решение:

$$p = \frac{1}{4}\left[\Phi\left(\frac{x_1}{Bд}\right) \pm \Phi\left(\frac{x_2}{Bд}\right)\right] \times$$

$$\times \left[\Phi\left(\frac{z_1}{Bб}\right) \pm \Phi\left(\frac{z_2}{Bб}\right)\right] K =$$

$$= \frac{1}{4}\left[\Phi\left(\frac{35}{25}\right) \pm \Phi\left(\frac{50}{25}\right)\right] \times$$

$$\times \left[\Phi\left(\frac{0{,}75}{0{,}5}\right) \pm \Phi\left(\frac{1}{0{,}5}\right)\right] =$$

$$= \frac{1}{4}\left[\Phi(1{,}4) \pm \Phi(2{,}0)\right]\left[\Phi(1{,}5) \pm \Phi(2{,}0)\right] =$$

$$= \frac{1}{4}\left[0{,}655 \pm 0{,}823\right]\left[0{,}688 \pm 0{,}823\right] =$$

$$= 0{,}557, \text{ или } 55{,}7\%.$$

86. В случае если имеются ошибки в подготовке стрельбы, порядок расчета вероятности попадания в цель следующий:

— определяют ошибки подготовки стрельбы;

— определяют характеристики рассеивания;

— рассчитывают суммарные (приведенные) срединные отклонения по высоте

$$Bвп = \sqrt{E^2_{y_{сум}} + Bв^2},$$

по направлению

$$Bбп = \sqrt{E^2_{z_{сум}} + Bб^2};$$

— определяют вероятность попадания в цель по суммарным ошибкам стрельбы одним из вышеуказанных способов, при этом принимается,

что средняя точка попадания совпадает с серединой цели.

Пример. Определить вероятность попадания в танк противника (мишень № 12) при стрельбе из 100-мм танковой пушки с места бронебойно-трассирующим снарядом на расстоянии 1200 м, если расстояние до цели определено глазомерно ($Ед=10\%$).

Решение: 1. Из таблицы (приложение 4) находим $Bв=0{,}3$ м; $Bб=0{,}3$ м; угол падения $\theta_c=0{,}5°\approx 8$ тыс.; $K=0{,}85$.

2. Определяем срединную ошибку в определении расстояния по высоте

$$Ey = Ex\frac{\theta_c}{1000} = 120\frac{8}{1000} = 0{,}96 \text{ м}.$$

3. Определяем суммарную срединную ошибку стрельбы по высоте

$$Bвп = \sqrt{E^2_{у\,сум} + Bв^2} = \sqrt{0{,}96^2 + 0{,}3^2} = 1{,}0 \text{ м}.$$

4. Определяем вероятность попадания в цель

$$p = \Phi\left(\frac{y}{Bвп}\right)\Phi\left(\frac{z}{Bб}\right)K =$$

$$= \Phi\left(\frac{1{,}4}{1{,}0}\right)\Phi\left(\frac{1{,}8}{0{,}3}\right)0{,}85 =$$

$$= \Phi(1{,}4)\,\Phi(6)\cdot 0{,}85 = 0{,}655\cdot 0{,}999\cdot 0{,}85 =$$
$$= 0{,}556, \text{ или } 55{,}6\%.$$

Вероятность поражения цели

87. Конечной задачей каждой стрельбы является поражение цели. Поэтому стрельба должна быть достаточно надежной. Кроме того, она должна быть и экономичной, т. е. цель должна поражаться при наименьшем расходе снарядов и времени. В большинстве случаев огневая задача считается выполненной по получении одного пря-

мого попадания в одиночную цель, поэтому вероятность поражения цели (надежность стрельбы) оценивают по вероятности получения хотя бы одного попадания при заданном числе выстрелов. Стрельба считается достаточно надежной, если вероятность получения хотя бы одного попадания не менее 80%. Надежность стрельбы (вероятность получения хотя бы одного попадания) может быть определена по формулам:

$$P_1 = 1 - (1 - p)^n,$$

когда вероятность попадания от выстрела к выстрелу не меняется;

$$P_1 = 1 - (1 - p_1)(1 - p_2)\ldots(1 - p_n),$$

когда вероятность попадания меняется от выстрела к выстрелу,

где P_1 — вероятность получения хотя бы одного попадания;

n — число выстрелов;

$p_1, p_2, \ldots, p_n$ — вероятность попадания при каждом выстреле.

Пример. Определить вероятность поражения танка противника при трех выстрелах, если вероятность попадания для каждого выстрела одинакова и равна 0,38.

Решение.

$$P_1 = 1 - (1 - p)^n = 1 - (1 - 0{,}38)^3 = 0{,}762, \text{ или } 76{,}2\%.$$

Математическое ожидание числа попаданий, средний ожидаемый расход боеприпасов и времени

88. Математическим ожиданием числа попаданий называется среднее число попаданий, кото-

рое можно получить, если повторить стрельбу большое число раз в одинаковых условиях.

Математическое ожидание числа попаданий определяется по формулам:

$$a_n = n \cdot p$$

для случая, когда вероятность попадания от выстрела к выстрелу не меняется;

$$a_n = p_1 + p_2 + p_3 + \ldots + p_n$$

для случая, когда вероятность попадания меняется от выстрела к выстрелу,

где a_n — математическое ожидание числа попаданий;

n — число выстрелов;

$p_1, p_2, p_3, \ldots, p_n$ — вероятность попадания при соответствующем выстреле.

Следует иметь в виду, что в приведенных формулах выражено только численное равенство, так как вероятность попадания есть число отвлеченное, а математическое ожидание есть величина именованная.

Пример. Определить математическое ожидание числа попаданий при четырех выстрелах, если

$$p_1 = 0{,}2;\ p_2 = 0{,}3;\ p_3 = 0{,}4;\ p_4 = 0{,}65.$$

Решение:

$$a_n = 0{,}2 + 0{,}3 + 0{,}4 + 0{,}65 = 1{,}55 \text{ попадания.}$$

Это значит, что при большом числе стрельб по 4 выстрела на каждую стрельбу будет приходиться в среднем по 1,55 попадания.

89. Средний ожидаемый расход снарядов для

получения нескольких попаданий определяется по формуле

$$n = \frac{a_n}{p}.$$

Приведенной формулой можно пользоваться в тех случаях, когда расход снарядов не ограничен и стрельба ведется до получения нужного числа попаданий.

Если расход снарядов ограничен, то ожидаемый расход снарядов определяют по формуле

$$n = 1P_1 + 2P_2 + 3P_3 + \ldots + SP_s,$$

где n — ожидаемый расход снарядов для получения одного попадания;

P_1 — вероятность расхода одного снаряда, т. е. попадание будет получено при первом выстреле;

P_2 — вероятность расхода двух снарядов, т. е. при первом выстреле будет промах, а при втором — попадание;

P_s — вероятность расхода s снарядов.

Пример. На выполнение упражнения стрельб отпускается 4 снаряда. Вероятность попадания:

$$p_1 = 0{,}1;\ p_2 = 0{,}2;\ p_3 = 0{,}3;\ p_4 = 0{,}5.$$

Стрельба прекращается при получении первого попадания. Определить ожидаемый расход снарядов на выполнение упражнения.

Решение: 1. Определим вероятность получения различного расхода снарядов:

$P_1 = p_1 = 0{,}1$;

$P_2 = q_1p_2 = 0{,}9 \cdot 0{,}2 = 0{,}18$ (промах, попадание);

$P_3 = q_1q_2p_3 = 0{,}9 \cdot 0{,}8 \cdot 0{,}3 = 0{,}216$ (промах, промах, попадание);

$P_4 = q_1q_2q_3p_4 = 0{,}9 \cdot 0{,}8 \cdot 0{,}7 \cdot 0{,}5 = 0{,}252$ (промах, промах, промах, попадание);

$P_5 = q_1 q_2 q_3 q_4 = 0{,}9 \cdot 0{,}8 \cdot 0{,}7 \cdot 0{,}5 = 0{,}252$ (промах, промах, промах, промах).

2. Подставив полученные значения в формулу, получим

$$n = 1 \cdot 0{,}1 + 2 \cdot 0{,}18 + 3 \cdot 0{,}216 + 4 \cdot 0{,}252 + 4 \cdot 0{,}252 = 3{,}124 \text{ снаряда.}$$

Полученный результат означает, что если произвести большое число стрельб в данных условиях, то средний расход снарядов на одну стрельбу будет составлять 3,12 снаряда.

90. Средний расход времени на решение огневой задачи складывается из времени на подготовку стрельбы и времени на стрельбу. Время на стрельбу определяется делением ожидаемого расхода снарядов для поражения цели на скорострельность, т. е. на число снарядов, выпускаемых в единицу времени. К полученному времени на стрельбу надо прибавить время на подготовку стрельбы. Сумма будет общим временем, необходимым для решения огневой задачи.

Экономичность стрельбы оценивается по среднему ожидаемому расходу снарядов и времени, необходимому для выполнения огневой задачи.

Наивыгоднейшие значения надежности и экономичности стрельбы будут при наибольшей вероятности попадания.

Зависимость действительности стрельбы от различных причин

91. Действительность огня зависит:

— от способа ведения огня;

— от дальности стрельбы;

— от мощности и характера действия снаряда;

— от условий наблюдения;

— от характера цели;

— от степени обученности наводчика и слаженности в работе экипажа.

Огонь из танков с места характеризуется наибольшей действительностью, но это не значит, что этот способ ведения огня должен быть основным. При выборе способа ведения огня руководствуются конкретно сложившейся боевой обстановкой, характером боевой задачи и целей.

С увеличением дальности стрельбы уменьшается действительность огня. Объясняется это тем, что с увеличением дальности увеличивается рассеивание, возрастают ошибки подготовки стрельбы, уменьшается вероятность попадания. Действие снаряда и его мощность должны соответствовать характеру цели. Соблюдение этого условия повышает действительность огня.

Чем лучше условия наблюдения, тем быстрее и надежнее будет выполнена огневая задача.

Чем больше размер цели, тем больше вероятность попадания.

По открытым, более уязвимым целям действительность огня будет больше, так как поражение цели будет получено при меньшем числе попаданий и при меньшем расходе снарядов.

Если цель ведет ответный огонь, то время, в течение которого танк может вести огонь по такой цели, будет меньше времени стрельбы по цели, не ведущей огонь по стреляющему танку. Следовательно, возможный расход снарядов и возможное число попаданий зависят от активности цели.

Лучше подготовленный наводчик допускает меньшие ошибки в установке прицела и наводке оружия, чем увеличивается вероятность попадания и повышается действительность стрельбы.

Слаженность работы экипажа танка, особенно наводчика, механика-водителя и заряжающего, имеет наибольшее значение при стрельбе с коротких остановок и с ходу. Правильное вождение танка обеспечивает лучшие условия для производства выстрела, а следовательно, и для ведения более меткой стрельбы. Своевременное заряжание оружия обеспечивает решение боевой задачи в кратчайшее время.

92. На основании исследования явлений, сопровождающих стрельбу, и оценки ее действительности вырабатываются правила стрельбы и требования к образцам вооружения.

Заранее разработанные на основании теории стрельбы правила и требования уточняются опытными стрельбами.

Из теории стрельбы известно, что наилучших результатов стрельбы и наименьшего расхода боеприпасов и времени можно ожидать при совмещении центра рассеивания с серединой цели. Поэтому правила стрельбы из танков предусматривают положения о том, как необходимо выбирать (определять) исходные установки, при которых средняя траектория прошла бы через середину цели, как необходимо вести стрельбу и корректировать огонь, чтобы цель была поражена в кратчайший срок с наименьшим расходом боеприпасов.

Оценка действительности стрельбы из пулемета

93. При стрельбе по одиночным целям малых размеров, не превышающих сердцевины рассеи-

вания, вероятность попадания в цель определяют по формуле

$$p = 0{,}5 \frac{Sц}{Св\,Сб},$$

где $Sц$ — площадь цели;
$Св$ и $Сб$ — сердцевинные полосы рассеивания.

Пример. Определить вероятность попадания в цель — пулемет при стрельбе из спаренного 7,62-мм пулемета с места на дальность 800 м, если известно, что

$$Вв = 0{,}4 \text{ м}, \quad Вб = 0{,}3 \text{ м}.$$

средняя траектория проходит через центр цели, площадь цели $S_ц = 0{,}56$ м^2.

Решение: 1. Определяем сердцевинные полосы:
— по высоте $Св = 3Вв = 3 \cdot 0{,}4 = 1{,}2$ м;
— по ширине $Сб = 3Вб = 3 \cdot 0{,}3 = 0{,}9$ м.
2. Определяем вероятность попадания

$$p = 0{,}5 \frac{Sц}{Св\,Сб} = 0{,}5 \frac{0{,}56}{1{,}2 \cdot 0{,}9} = 0{,}26, \text{ или } p = 26\%.$$

94. При стрельбе по одиночным целям, размеры которых превосходят сердцевину рассеивания, вероятность попадания может быть определена по шкале рассеивания, по сетке рассеивания, по таблицам значений вероятностей и по формулам (см. ст. 82—86).

Такими же способами определяется вероятность попадания в групповую цель, когда наблюдается каждый ее элемент (фигура). Если же наблюдается только местоположение цели, а входящие в ее состав элементы укрыты за местными предметами (кустарник, маски и др.), то ве-

роятность попадания можно определить по формуле

$$p = p_в \frac{Sц}{Snp},$$

где p — вероятность попадания в цель;

$p_в$ — вероятность попадания в полосу, равную высоте цели;

$Sц$ — площадь цели (площадь, занятая всеми фигурами цели);

Snp — площадь прямоугольника, описанного около цели (ширина прямоугольника равна фронту цели, а высота — высоте цели).

Пример. Определить вероятность попадания в цель — группа залегшей пехоты (мишень № 6 — 5 шт.), расположенную в кустарнике на фронте 20 м. Расстояние до цели — 400 м, $Bв = 0{,}16$ м, площадь одной мишени 0,20 м², высота цели — 0,5 м.

Решение: 1. Определяем площадь цели

$$Sц = 0{,}20 \cdot 5 = 1{,}0 \text{ м}^2.$$

2. Определяем площадь прямоугольника, описанного около цели:

$$Snp = 0{,}5 \cdot 20 = 10 \text{ м}^2.$$

3. Определяем вероятность попадания в полосу, равную высоте цели:

$$p_в = \Phi\left(\frac{y}{Bв}\right) = \Phi\left(\frac{0{,}25}{0{,}16}\right) = \Phi(1{,}56) = 0{,}707.$$

4. Определяем вероятность попадания в цель:

$$p = 0{,}707 \frac{1{,}0}{10} = 0{,}07, \text{ или } p = 7\%.$$

95. При стрельбе из пулемета по открыто расположенной живой одиночной цели для ее пора-

жения, как правило, достаточно иметь хотя бы одно попадание, поэтому в качестве показателя действительности стрельбы в этом случае принимают вероятность хотя бы одного попадания в цель (P_1) при заданном числе выстрелов, т. е. **вероятность поражения цели.**

При стрельбе по групповой цели, состоящей из нескольких элементов, в качестве показателя действительности стрельбы принимают **математическое ожидание числа (процента) пораженных элементов (фигур) в цели.**

В качестве показателя, характеризующего экономичность стрельбы, принимают средний расход (математическое ожидание расхода) патронов и времени (см. ст. 88—90).

96. Вероятность поражения одиночной цели определяется по формуле

$$P_1 = 1 - (1 - p)^n,$$

где p — вероятность попадания в цель при одном выстреле (при стрельбе из танкового пулемета можно считать, что вероятность попадания для всех выстрелов очереди одинаковая);

n — количество выстрелов.

Пример. Определить вероятность поражения цели, если известно, что $p=0{,}2$, а $n=10$ выстрелов.

Решение. Определяем вероятность поражения цели $P_1 = 1 - (1 - 0{,}2)^{10} = 1 - 0{,}8^{10} = 0{,}893$, или 89,3%.

Это значит, что при достаточно большом количестве стрельб в условиях, аналогичных данному примеру, на каждые сто стрельб в среднем 89 будет таких, когда в цель будет получено не ме-

нее одного попадания (одно и более), а в 11 случаях цель не будет поражена.

97. Если при стрельбе осуществляется ввод корректур в установки, то вероятность попадания в цель будет изменяться (от очереди к очереди), в этом случае расчет вероятности поражения цели производится по формуле

$$P_1 = 1 - (1 - p_1)^{s_1} (1 - p_2)^{s_2} \ldots (1 - p_s)^{s_i},$$

где p_1, p_2, ..., p_s — вероятность попадания в цель при одном выстреле первой, второй и т. д. очереди;

s_1, s_2, ..., s_i — количество выстрелов в первой, второй и т. д. очереди.

Установлено, что при корректировании огня по наблюдению трасс и мест падения пуль срединные ошибки в определении дальности стрельбы и упреждения на движение цели для второй и последующих очередей (выстрелов) примерно в три раза меньше, чем для первой очереди (выстрела).

Пример. Определить вероятность поражения цели, если по ней будет произведено 3 очереди по 4 выстрела в каждой и $p_1 = 0{,}1$, $p_2 = 0{,}2$, $p_3 = 0{,}3$.

Решение. Определяем вероятность поражения цели

$$P_1 = 1 - (1 - 0{,}1)^4 (1 - 0{,}2)^4 (1 - 0{,}3)^4 =$$
$$= 1 - 0{,}9^4 \cdot 0{,}8^4 \cdot 0{,}7^4 = 0{,}935, \text{ или } 93{,}5\%.$$

98. Математическое ожидание числа (процента) пораженных элементов (фигур) определяют по формуле

$$A_N = P_1 + P_2 + \ldots + P_s,$$

где P_1, P_2, ..., P_s — вероятность поражения отдельных фигур.

В частном случае, когда цель состоит из одинаковых по размерам фигур, формула принимает вид

$$A_N = P_1 N,$$

где N — число фигур; P_1 — вероятность поражения одной фигуры (элемента).

Если не известно количество фигур, соответствующих групповой цели, то математическое ожидание числа пораженных фигур характеризуется средним ожидаемым процентом пораженных фигур в ней.

Средний ожидаемый процент пораженных фигур в групповой цели, состоящей из одинаковых по размерам фигур, при стрельбе с искусственным рассеиванием или последовательным переносом огня численно равен вероятности поражения любой одиночной фигуры групповой цели при том же числе выстрелов.

Пример. Определить математическое ожидание числа пораженных элементов в цели, состоящей из пяти элементов (мишень № 6), если по каждой мишени (элементу) будет произведено по одной короткой очереди в 4 выстрела и $p_1 = p_2 = \ldots = p_5 = 0{,}2$.

Решение: 1. Определяем вероятность поражения одного элемента цели при четырех выстрелах

$$P_1 = 1 - (1 - 0{,}2)^4 = 1 - 0{,}8^4 = 0{,}590.$$

2. Определяем математическое ожидание числа пораженных элементов в цели

$$A_N = NP_1 = 5 \cdot 0{,}59 = 3 \text{ мишени}.$$

Это значит, что при достаточно большом количестве стрельб, проводимых в условиях, аналогичных данному примеру, в каждой стрельбе, состоящей из пяти коротких очередей, в среднем будет поражено по три элемента.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

СВЕДЕНИЯ О ВЗРЫВЧАТЫХ ВЕЩЕСТВАХ

1. Применение огнестрельного оружия связано с использованием энергии взрывчатых веществ.

Взрывчатыми веществами (ВВ) называют такие химические соединения и смеси, которые способны под влиянием внешних воздействий (удара, луча пламени, трения и т. п.) к очень быстрым химическим превращениям, сопровождающимся выделением тепла и образованием большого количества сильно нагретых газов, способных производить работу метания или разрушения.

Взрыв и его характеристика

2. **Взрывом** называется быстрое химическое изменение вещества, сопровождающееся превращением его потенциальной энергии в механическую работу. Механическая работа при взрыве производится стремящимися к расширению сильно нагретыми газами, которые образовались в результате взрыва.

Взрыв характеризуется следующими тремя признаками:

— кратковременностью;
— образованием газов;
— выделением тепла.

3. Время взрывчатого превращения измеряется от сотых до миллионных долей секунды. Скорость взрывчатого превращения зависит от количества, состава и плотности взрывчатых веществ, а также от условий, в которых происходит взрыв (способа возбуждения взрыва, давления, температуры и т. п.).

Заряд современной пушки сгорает за 0,003—0,008 с, патроны обр. 1943 г. — за 0,0012 с, шашки динамита массой 400 г — за 0,00001 с.

Скоротечность взрыва определяет огромную мощность взрывчатых веществ. Так, например, мощность заряда винтовочного патрона составляет около 10 000 л. с.; при взрыве 1 кг динамита в течение 0,00002 с развивается мощность до 300 млн. л. с.

4. При взрыве выделяется большое количество тепла. Так, при взрыве 1 кг ВВ выделяется от 500 до 1200 больших калорий и температура достигает 4000°С.

5. В зависимости от скорости реакции взрывчатые превращения могут происходить в двух формах:

— горение;

— взрыв (детонация).

6. При **горении** процесс взрывчатого превращения в массе взрывчатого вещества протекает со скоростью нескольких метров в секунду. Этот процесс сопровождается сравнительно медленным нарастанием давления и разбрасыванием или метанием окружающих тел.

Примером горения взрывчатого вещества может быть горение боевого заряда в канале ствола орудия при выстреле. На открытом воздухе он горит со скоростью примерно 1 мм в секунду, а в замкнутом объеме (в канале ствола) — значительно быстрее (достигает нескольких метров в секунду).

7. **Взрыв** — процесс, протекающий с переменной скоростью, измеряемой сотнями и даже тысячами метров в секунду и в меньшей степени зависящей от внешних факторов. Взрыв характеризуется резким повышением давления газов, которое производит сильное разрушительное действие на вблизи лежащие предметы.

Когда взрыв протекает с максимально возможной в данных условиях скоростью, то такой частный случай взрыва называют **детонацией.** Скорость детонации постоянна для каждого взрывчатого вещества в определенных условиях. Так, например, скорость детонации тетрила равна 7740 м/с. Детонация характеризуется особенно резким повышением давления и ударом газов с максимальным разрушительным эффектом. Большинство взрывчатых веществ способно в определенных условиях детонировать.

Примером взрыва может служить взрыв заряда черного пороха в шпуре с забивкой, а примерами детонации — разрыв снаряда, гранаты, подрывной шашки и т. п.

Характеристика и классификация взрывчатых веществ

8. По характеру своего действия и боевого применения взрывчатые вещества делятся:

— на инициирующие;
— на бризантные (дробящие);
— на метательные (пороха);
— на пиротехнические составы.

9. **К инициирующим** взрывчатым веществам относятся такие, которые обладают очень большой чувствительностью, взрываются от незначительного физического или теплового воздействия. Взятые в небольших количествах взрываются почти мгновенно (детонируют) и тем самым вызывают взрыв других взрывчатых веществ.

К инициирующим взрывчатым веществам относятся: гремучая ртуть, азид свинца, стифнат свинца, тетразен и др. Инициирующие взрывчатые вещества в смеси с другими веществами (антимонием, бертолетовой солью) применяются для снаряжения капсюлей-воспламенителей и капсюлей-детонаторов.

10. К **бризантным (дробящим)** взрывчатым веществам относятся такие, основным видом взрывчатого превращения которых является детонация. Бризантные ВВ мало чувствительны к механическим воздействиям, но имеют хорошую восприимчивость к начальному импульсу от взрывов инициирующих ВВ. Это обеспечивает удобство их применения и обращения с ними. Бризантные ВВ применяются в качестве разрывного заряда при снаряжении артиллерийских снарядов, мин, а также при подрывных работах.

К бризантным взрывчатым веществам относятся: тротил (тол), мелинит, тетрил, гексоген, тэн, аммониты, пироксилин, нитроглицерин и др.

11. **К метательным взрывчатым веществам (порохам)** относятся такие, которые дают взрывчатое превращение в виде горения при сравнительно медленном нарастании давления, что позволяет использовать энергию взрыва для метания различных снарядов.

Пороха делятся на две группы:

— механические смеси (дымные пороха);
— химические соединения коллоидного типа (бездымные пороха — пироксилиновые и нитроглицериновые).

Дымный или черный порох представляет собой механическую смесь калиевой селитры, угля и серы. Селитра включает в себя кислородсодержащую группу, дающую при взрыве кислород, необходимый для сгорания угля и серы; уголь — основное горючее вещество; сера добавляется в качестве горючего вещества, играет роль цементирующего состава и уменьшает гигроскопичность.

Пироксилиновые пороха изготовляются из пироксилина, обработанного растворителем из смеси эфира и спирта. После удаления растворителя смесь застывает и из нее изготовляются пороховые зерна требуемых размеров.

Нитроглицериновые пороха изготовляются из смеси пироксилина и нитроглицерина.

С увеличением количества нитроглицерина мощность нитроглицериновых порохов увеличивается, так как нитроглицерин является более мощным ВВ.

Пироксилиновые пороха имеют менее высокую температуру горения, что увеличивает срок службы стволов. Однако нитроглицериновые пороха более мощные и используются там, где нужно получить большую начальную скорость.

12. **Пиротехнические составы** применяются для изготовления осветительных, сигнальных, трассирующих, зажигательных и дымовых средств и представляют собой механические смеси из горючего, окислителя, цементатора и специальных примесей.

В качестве горючего наиболее часто используются алюминий, магний, фосфор, сера, смолы, масла и т. п. В качестве окислителей используются окиси и перекиси металлов, хлораты, нитраты. Цементаторы обладают связующим свойством и обеспечивают механическую прочность смесей. В качестве цементаторов применяются естественные и искусственные смолы.

Приложение 2

ИЗМЕРЕНИЕ УГЛОВ

Единицы измерения углов

1. При решении различных огневых задач очень часто возникает необходимость измерения углов. Во многих случаях от быстрого и правильного измерения угла зависит выполнение огневой задачи, надежное поражение или уничтожение цели в короткие сроки.

2. В геометрии за единицу измерения углов принимается угол в один градус или в один радиан. Для более точных измерений градус делится на 60 мин, а каждая минута — на 60 с. В огневом деле применение такой

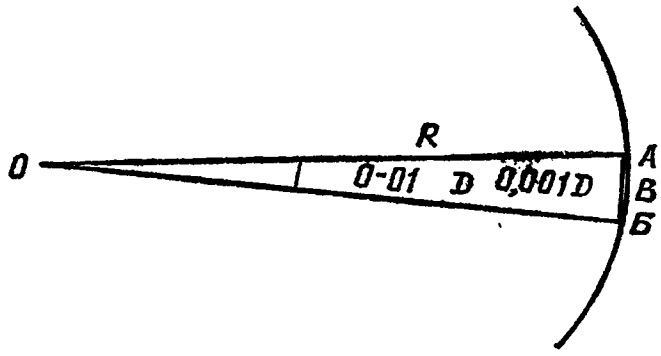


Рис. 36. Тысячная

системы измерения углов было бы связано с производством больших и сложных расчетов при решении огневых задач.

В целях облегчения вычислений, связанных с практикой стрельбы, принята особая единица измерения углов — тысячная. Тысячная представляет собой центральный угол, опирающийся на дугу, равную $^1/_{6000}$ части окружности. Таким образом, в окружности 6000 тысячных.

3. Как известно из геометрии, длина окружности равна $2\pi R$ или $6{,}28R$ (R — радиус окружности). Если окружность разделить на 6000 равных частей, то каждая такая часть будет равна

$$\frac{6{,}28R}{6000} = \frac{1}{955}R.$$

Так как в практике стрельбы при измерении углов на местности радиус окружности представляет собой расстояние (дальность) до измеряемого предмета или до цели, то длина дуги равна

$$\frac{1}{955}Д.$$

При проведении расчетов коэффициент $\frac{1}{955}$ также не совсем удобен, его округляют до $\frac{1}{1000}$, т. е. считают, что длина дуги равна одной тысячной радиуса или одной тысячной дальности, отсюда и название «тысячная» (рис. 36).

Округлив коэффициент $\frac{1}{955}$ до $\frac{1}{1000}$, при всех расчетах будем допускать ошибку, значение которой сравнительно невелико и составляет 4,5% или округленно 5%.

4. Углы, выраженные в тысячных, записываются путем отделения черточкой тысяч и сотен от десятков и единиц. Произношение тысячных должно быть раздельным.

Примеры записи и произношения величины углов, измеренных в тысячных:

Угол в тысячных	Пишется	Произносится
1	0-01	Ноль, ноль, один
5	0-05	Ноль, ноль, пять
10	0-10	Ноль, десять
100	1-00	Один, ноль
115	1-15	Один, пятнадцать
1000	10-00	Десять, ноль
1235	12-35	Двенадцать, тридцать пять

5. При решении огневых задач иногда бывает необходимо перейти от градусного измерения углов к тысячным или наоборот.

Как известно, окружность имеет 360° или 6000 тысячных. Отсюда можно составить следующую таблицу соотношения между градусным измерением углов и измерением в тысячных.

Углы, измеренные в градусах (минутах)	Эти же углы, измеренные в тысячных
360°	60-00
180°	30-00
90°	15-00
60°	10-00
45°	7-50
30°	5-00
15°	2-50
6°	1-00
3°	0-50
1°	0-17
3,6′	0-01

Формула тысячной и ее применение

6. Тысячная легко позволяет переходить от угловых единиц к линейным и обратно, так как длина дуги, соответствующая углу в одну тысячную, на всех расстояниях равна одной тысячной радиуса (одной тысячной дальности до цели или до местного предмета).

Углу в одну тысячную соответствует дуга, равная на расстоянии 1000 м — 1 м, на расстоянии 500 м — 0,5 м и т. д. Углу в $У$ тысячных соответствует дуга длиной $В$, равная одной тысячной дальности $\left(\frac{Д}{1000}\right)$, умноженной на угол, содержащий $У$ тысячных, т. е.

$$В = \frac{ДУ}{1000},$$

откуда

$$Д = \frac{В1000}{У} \text{ и } У = \frac{В1000}{Д}.$$

Эти формулы принято называть формулами тысячной.

В этих формулах $Д$ — дальность до предмета (до цели) в метрах; $У$ — угол, под которым виден предмет (цель), в тысячных; $В$ — высота (ширина) предмета (цели) в метрах.

Принимая высоту (ширину) цели за длину дуги окружности, мы допускаем некоторую ошибку. Величина этой ошибки для различных углов будет следующей:

Угол (тыс.)	Разница между дугой и хордой в радиусах	Угол (тыс.)	Разница между дугой и хордой в радиусах
0-01	0,0000004	5-00	0,005959
0-10	0,000004	10-00	0,0472
1-00	0,00004	20-00	0,36
3-00	0,001279	30-00	1,14

Из таблицы видно, что при углах до 3-00 разница не более 0,001 или 0,001Д.

Таким образом, при решении задач с помощью формул тысячной следует помнить, что сравнительно небольшая ошибка будет получаться при малых углах (до 3-00), при больших углах этими формулами пользоваться не следует.

7. Формулы тысячной широко применяются в огневом деле. С их помощью быстро и просто решаются многие задачи, возникающие при стрельбе:

а) Зная высоту (ширину) цели (местного предмета) в метрах и измерив угол, под которым она видна, можно определить дальность до нее.

Пример. Танк противника высотой 2,5 м виден под углом 0-02 (укладывается между вершиной центрального угольника телескопического прицела и вершиной вертикальной нити). Определить дальность до цели.

Решение.

$$Д = \frac{2{,}5 \cdot 1000}{2} = 1250 \text{ м.}$$

б) Зная дальность до цели (местного предмета) и измерив угол, под которым она видна, можно определить высоту (ширину) цели (местного предмета).

Пример. Орудия артиллерийской батареи противника наблюдаются на интервале 0-15. Дальность стрельбы 2000 м. Определить, на каком интервале в метрах находятся орудия одно от другого.

Решение.

$$B = \frac{2000 \cdot 15}{1000} = 30 \text{ м}.$$

в) Зная линейные размеры цели (местного предмета) и дальность до нее, можно определить угол, под которым будет видна цель (местный предмет).

Пример. Огонь ведется по танку противника, ширина которого 3 м. После первого выстрела механик-водитель наблюдает отклонение трассы снаряда вправо на две фигуры относительно центра цели. Дальность стрельбы 1500 м. Определить поправку направления для второго выстрела.

Решение.

$$Y = \frac{6 \cdot 1000}{1500} = 0\text{-}04.$$

8. Ранее указывалось, что, округляя $\frac{1}{955}$ до $\frac{1}{1000}$, мы будем допускать некоторую ошибку в расчетах. При более точных расчетах с помощью формул тысячной вводится поправка, равная 5% полученного результата, и тогда эти формулы примут следующий вид:

$$Д = \frac{B\,1000}{Y} - 0{,}05\,\frac{B\,1000}{Y};$$

$$B = \frac{ДY}{1000} + 0{,}05\,\frac{ДY}{1000};$$

$$Y = \frac{B\,1000}{Д} - 0{,}05\,\frac{B\,1000}{Д}.$$

Для запоминания правил введения пятипроцентной поправки нужно иметь в виду следующее:

— 1000 в числителе — поправку вычитать;

— 1000 в знаменателе — поправку прибавлять.

Измерение углов с помощью приборов и подручными средствами

9. Углы в тысячных можно измерять с помощью приборов прицеливания и наблюдения (прицела, бинокля, башенного угломера, бокового уровня, стереотрубы, буссоли и т. д.). Для того чтобы измерять углы с помощью приборов, нужно знать цену делений каждого из этих приборов. Цена делений телескопического прицела, бинокля, стереотрубы, буссоли показана на рис. 37.

10. При отсутствии приборов, а также в случае, если величину угла надо определить хотя бы приблизительно, но быстро, можно измерять угловую величину в тысячных с помощью пальцев руки, ладонью, карандашом, спичечной коробкой и другими подручными средствами, заранее зная их «цену» в тысячных.

11. Определить «цену» подручных предметов в тысячных можно двумя способами:

а) необходимо измерить ширину (толщину, длину) подручного предмета в миллиметрах и полученную величину удвоить. Это и будет «цена» предмета в тысячных.

Такой способ основан на следующем: 1 мм линейки при удалении от глаза на 50 см (на вытянутую руку) составит угол 0-02

$$Y = \frac{1 \cdot 1000}{500} = 0\text{-}02.$$

Пример. Определить «цену» ширины спичечной коробки в тысячных, если она равна 35 мм.

Решение. Так как каждый миллиметр составляет угол 0-02, то ширина спичечной коробки составит угол 0-70;

б) держа измеряемый предмет на вытянутой руке на уровне глаз, замечают, какую часть пространства закрыл собою этот предмет (между какими местными предметами он укладывается). Затем, пользуясь прибором, измеряют угол между замеченными местными предметами. Это и будет «цена» измеряемого подручного предмета в тысячных.

При измерении углов подручными средствами надо всегда одинаково вытягивать руку, иначе измерения будут неточными.

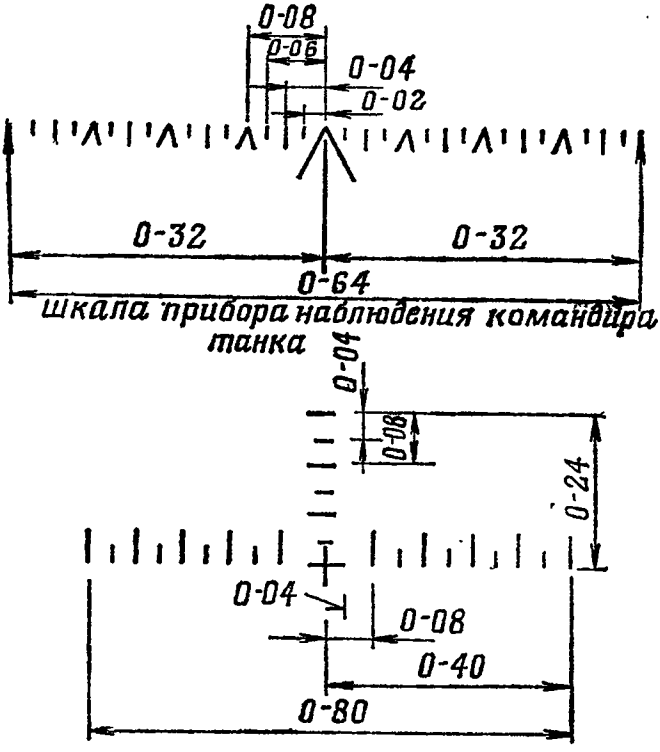
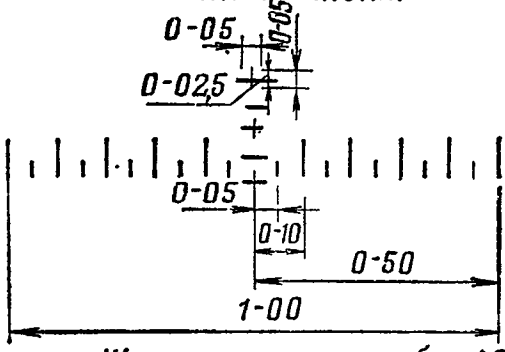
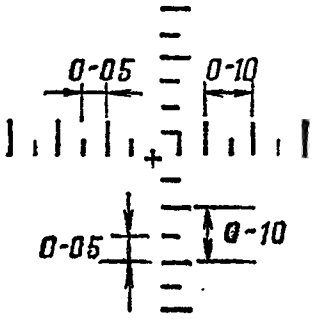


Рис. 37. Цена делений шкал

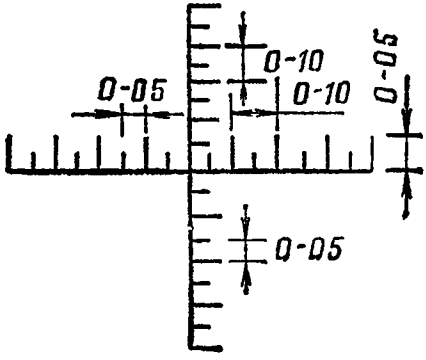
Сетка бинокля



Шкала стереотрубы АСТ



Шкала буссоли ПАБ-2



оптических приборов

12. Средняя «цена» некоторых предметов в тысячных будет следующая:

Палец (указательный, средний, безымянный) руки	0-30
Большой палец руки	0-40
Ладонь	1-20—1-50
Спичечная коробка:	
по длине	0-80—1-00
по ширине	0-50—0-70
по толщине	0-30—0-35
Карандаш круглый	0-12—0-15
Карандаш граненый	0-10—0-15

Приложение 3

ТАБЛИЦА ЗНАЧЕНИЙ ВЕРОЯТНОСТЕЙ ПОПАДАНИЙ $\Phi(B)$

B	$\Phi(B)$	B	$\Phi(B)$
0,00	0,000	0,62	0,324
0,02	0,011	0,64	0,334
0,04	0,022	0,66	0,344
0,06	0,032	0,68	0,354
0,08	0,043	0,70	0,363
0,10	0,054	0,72	0,373
0,12	0,065	0,74	0,382
0,14	0,075	0,76	0,392
0,16	0,086	0,78	0,401
0,18	0,097	0,80	0,411
0,20	0,107	0,82	0,420
0,22	0,118	0,84	0,429
0,24	0,129	0,86	0,438
0,26	0,139	0,88	0,447
0,28	0,150	0,90	0,456
0,30	0,160	0,92	0,465
0,32	0,171	0,94	0,474
0,34	0,181	0,96	0,483
0,36	0,192	0,98	0,491
0,38	0,202	1,00	0,500
0,40	0,213	1,02	0,509
0,42	0,223	1,04	0,517
0,44	0,233	1,06	0,525
0,46	0,244	1,08	0,534
0,48	0,254	1,10	0,542
0,50	0,264	1,12	0,550
0,52	0,274	1,14	0,558
0,54	0,284	1,16	0,566
0,56	0,294	1,18	0,574
0,58	0,304	1,20	0,582
0,60	0,314	1,22	0,589

Продолжение

B	*Φ (B)*	*B*	*Φ (B)*
1,24	0,597	1,96	0,814
1,26	0,605	1,98	0,818
1,28	0,612	2,00	0,823
1,30	0,619	2,02	0,827
1,32	0,627	2,04	0,831
1,34	0,634	2,06	0,835
1,36	0,641	2,08	0,839
1,38	0,648	2,10	0,843
1,40	0,655	2,12	0,847
1,42	0,662	2,14	0,851
1,44	0,669	2,16	0,855
1,46	0,675	2,18	0,859
1,48	0,682	2,20	0,862
1,50	0,688	2,22	0,866
1,52	0,695	2,24	0,869
1,54	0,701	2,26	0,873
1,56	0,707	2,28	0,876
1,58	0,713	2,30	0,879
1,60	0,719	2,32	0,882
1,62	0,725	2,34	0,886
1,64	0,731	2,36	0,889
1,66	0,737	2,38	0,892
1,68	0,743	2,40	0,895
1,70	0,748	2,42	0,897
1,72	0,754	2,44	0,900
1,74	0,759	2,46	0,903
1,76	0,765	2,48	0,906
1,78	0,770	2,50	0,908
1,80	0,775	2,52	0,911
1,82	0,780	2,54	0,913
1,84	0,785	2,56	0,916
1,86	0,790	2,58	0,918
1,88	0,795	2,60	0,921
1,90	0,800	2,62	0,923
1,92	0,805	2,64	0,925
1,94	0,809	2,66	0,927

Продолжение

B	*Ф (B)*	*B*	*Ф (B)*
2,68	0,929	3,42	0,979
2,70	0,931	3,44	0,980
2,72	0,933	3,46	0,980
2,74	0,935	3,48	0,981
2,76	0,937	3,50	0,982
2,78	0,939	3,52	0,982
2,80	0,941	3,54	0,983
2,82	0,943	3,56	0,984
2,84	0,945	3,58	0,984
2,86	0,946	3,60	0,985
2,88	0,948	3,62	0,985
2,90	0,950	3,64	0,986
2,92	0,951	3,66	0,986
2,94	0,953	3,68	0,987
2,96	0,954	3,70	0,987
2,98	0,956	3,72	0,988
3,00	0,957	3,74	0,988
3,02	0,958	3,76	0,989
3,04	0,960	3,78	0,989
3,06	0,961	3,80	0,989
3,08	0,962	3,82	0,990
3,10	0,963	3,84	0,990
3,12	0,965	3,86	0,991
3,14	0,966	3,88	0,991
3,16	0,967	3,90	0,991
3,18	0,968	3,92	0,992
3,20	0,969	3,94	0,992
3,22	0,970	3,96	0,992
3,24	0,971	3,98	0,993
3,26	0,972	4,00	0,993
3,28	0,973	4,20	0,995
3,30	0,974	4,40	0,997
3,32	0,975	4,60	0,998
3,34	0,976	4,80	0,999
3,36	0,977	5,00	0,999
3,38	0,977	5.20	0,999
3,40	0,978	5,40	0,999

ВЫПИСКА ИЗ ТАБЛИЦ СТРЕЛЬБЫ

БРОНЕБОЙНО-ТРАССИРУЮЩИЙ И ПРАКТИЧЕСКИЙ

Дальность прямого выстрела:

Дальность	Прицел по шкале		Высота траектории	Поправки направления		Одно деление телескопического прицела изменяет высоту попадания
	$\frac{БР}{412Б}$ или $\frac{БР}{412Д}$	Тысячные		на дериацию	на боковой ветер скоростью 10 м/с	
$Д$	$П$		Y	Z	ΔZ_W	ΔY
м	дел.	тыс.	м	тыс.	тыс.	м
200	2	1	0,1	0	0	0,1
400	4	3	0,3	0	1	0,3
600	6	4	0,6	0	1	0,4
800	8	5	1,1	0	1	0,6
1 000	10	6	1,7	0	1	0,7
200	12	8	2,6	0	1	0,9
400	14	9	3,7	0	2	1,1
600	16	11	5,0	0	2	1,3
800	18	12	6,4	0	2	1,5
2 000	20	14	8,0	1	2	1,7
200	22	16	10,0	1	2	1,9
400	24	17	12	1	2	2,2
600	26	19	15	1	3	2,4
800	28	21	17	1	3	2,7
3 000	30	23	20	1	3	3,0
200	32	25	24	1	3	3,3
400	34	27	28	1	3	3,7
600	36	29	32	1	3	4,0
800	38	31	36	1	4	4,4
4 000	40	33	42	1	4	4,8

Приложение 4

100-мм ТАНКОВОЙ ПУШКИ Д-10Т

ТРАССИРУЮЩИЙ СНАРЯДЫ

Начальная скорость — 887 м/с

1070 м при высоте цели 2 м;
1220 м при высоте цели 2,7 м;
1270 м при высоте цели 3,0 м.

Угол прицеливания	Угол падения	Окончательная скорость	Время полета	Срединные отклонения		Дальность
				по высоте	боковое	
α	θ_c	V_c	t_c	$Bв$	$Bб$	$Д$
град. мин	град	м/с	с	м	м	м
0 05	0,1	868	0,2	0,06	0,05	200
0 09	0,2	849	0,4	0,1	0,1	400
0 14	0,2	830	0,7	0,2	0,2	600
0 18	0,3	811	0,9	0,2	0,2	800
0 23	0,4	793	1,2	0,3	0,3	1 000
0 28	0,5	775	1,4	0,3	0,3	200
0 33	0,6	757	1,7	0,4	0,4	400
0 39	0,7	739	2,0	0,4	0,4	600
0 44	0,8	722	2,2	0,5	0,5	800
0 50	1,0	705	2,5	0,6	0,5	2 000
0 56	1,1	688	2,8	0,6	0,6	200
1 02	1,2	671	3,1	0,7	0,6	400
1 09	1,4	654	3,4	0,7	0,7	600
1 15	1,5	638	3,7	0,8	0,7	800
1 22	1,7	622	4,0	0,9	0,8	3 000
1 29	1,9	606	4,4	1,0	0,8	200
1 36	2,1	590	4,7	1,1	0,9	400
1 44	2,3	575	5,0	1,2	0,9	600
1 52	2,6	560	5,4	1,3	1,0	800
2 00	2,8	545	5,8	1,4	1,0	4 000

ВЫПИСКА ИЗ ТАБЛИЦ СТРЕЛЬБЫ

ПРЕВЫШЕНИЯ ТРАЕКТОРИЙ В МЕТРАХ НАД

Бронебойно-трассирующий и практи

Дальность, м	200	400	600	800	1 000	1 200	1 400	1 600	1 800	2 000
200	0	−0,5	−1,6							
400	0,3	0	−0,8	−2,1						
600	0,5	0,6	0	−1,1	−2,6					
800	0,7	1,1	0,7	0	−1,3	−3,5				
1 000	1,0	1,6	1,5	1,2	0	−1,8	−4,1			
1 200	1,3	2,2	2,4	2,4	1,4	0	−2,1	−5,1		
1 400	1,6	2,8	3,3	3,6	2,9	1,9	0	−2,6	−5,8	
1 600	2,0	3,4	4,3	4,8	4,5	3,8	2,4	0	−2,8	−6,4
1 800	2,3	4,1	5,3	6,1	6,1	5,7	4,6	2,5	0	−3,3
2 000	2,6	4,8	6,3	7,4	7,8	7,7	6,9	5,1	3,1	0
2 200	2,9	5,5	7,3	8,8	9,6	9,8	9,4	7,9	6,3	3,5
2 400	3,3	6,2	8,4	10	11	12	12	11	9,6	7,1
2 600	3,7	6,9	9,6	12	13	14	15	14	13	11
2 800	4,1	7,7	11	13	15	16	17	17	16	15
3 000	4,5	8,5	12	15	17	19	20	20	20	19
3 200	4,9	9,3	13	17	19	21	23	23	24	23
3 400	5,3	10	14	18	21	24	26	26	27	27
3 600	5,7	11	16	20	23	27	29	30	31	31
3 800	6,2	12	17	22	25	29	32	34	36	36
4 000	6,7	13	19	24	28	32	36	38	40	41

Приложение 5

100-мм ТАНКОВОЙ ПУШКИ Д-10Т

ГОРИЗОНТОМ ОСИ КАНАЛА СТВОЛА

ческий трассирующий снаряды

2 200	2 400	2 600	2 800	3 000	3 200	3 400	3 600	3 800	4 000	Дальность, м
										200
										400
										600
										800
										1 000
										1 200
										1 400
										1 600
—7,7										1 800
—3,9	—8,4									2 000
0	—4,3	—9,8								2 200
4,0	0	—5,1	—11							2 400
8,3	4,5	0	—5,5	—11						2 600
12	9,2	4,8	0	—5,7	—13					2 800
16	14	9,9	5,7	0	—6,6	—14				3 000
21	19	15	11	6,1	0	—7,2	—16			3 200
26	24	20	17	13	6,5	0	—8,1	—18		3 400
31	29	26	23	19	14	7,9	0	—9,0	—19	3 600
36	35	32	30	26	21	16	8,4	0	—9,7	3 800
41	41	39	37	33	29	24	17	8,9	0	4 000

ВЫПИСКА ИЗ ТАБЛИЦ СТРЕЛЬБЫ

ОСКОЛОЧНО-ФУГАСНАЯ

Дальность прямого выстрела:

Дальность	Прицел по шкале		Высота траектории	Поправки							
				направления		дальности					
							на изменение				
	Оф / ПОЛН.	Тысячные		на дериваци	на боковой ветер скоростью 10 м/с	на продольный ветер скоростью 10 м/с	давления воздуха на 10 мм рт. ст.	температуры воздуха на 10° С	начальной скорости на 1%	температуры заряда на 10° С	массы снаряда на 1 знак
$Д$	$П$		Y	Z	ΔZ_W	ΔX_W	$\Delta X_н$	$\Delta X_т$	ΔX_{v_0}	$\Delta X_{T_з}$	ΔX_q
м	дел.	тыс.	м	тыс.	тыс.	м	м	м	м	м	м
200	2	1	0,1	0	0	1	0	1	4	5	+1
400	4	2	0,3	0	0	1	0	1	8	10	+2
600	6	4	0,6	0	0	1	0	2	11	15	+2
800	8	5	1,0	0	0	1	0	2	15	21	+3
1 000	10	6	1,6	0	1	2	1	3	19	27	+3
200	12	8	2,4	0	1	2	1	4	22	31	+4
400	14	9	3,4	0	1	3	1	4	26	36	+4
600	16	10	4,5	0	1	3	2	5	29	41	+5
800	18	12	5,8	0	1	4	2	6	33	46	+5
2 000	20	13	7,2	0	1	5	3	7	36	50	+6
200	22	14	8,8	0	1	5	3	8	39	55	+6
400	24	16	11	0	1	6	4	9	43	60	+6
600	26	18	13	0	1	6	5	10	46	64	+6
800	28	19	16	0	1	7	6	11	49	69	+6

Приложение 6

100-мм ТАНКОВОЙ ПУШКИ Д-10Т

ГРАНАТА ОФ-412

Заряд полный

Начальная скорость — 900 м/с

1100 м при высоте цели 2 м;
1260 м при высоте цели 2,7 м;
1320 м при высоте цели 3,0 м.

Изменение дальности падения при изменении угла прицеливания на 1 тыс.	Узкая вилка	Угол прицеливания	Угол падения	Окончательная скорость	Время полета	Срединные отклонения			Дальность
						по дальности	по высоте	боковое	
ΔX тыс.	B	α	θ_c	V_c	t_c	$Bд$	$Bв$	$Bб$	$Д$
м	тыс.	град. мин	град.	м/с	с	м	м	м	м
167	1	0 04	0,1	885	0,2	33	0,0	0,0	200
163	1	0 09	0,1	870	0,5	33	0,0	0,0	400
159	1	0 13	0,2	855	0,7	32	0,1	0,1	600
155	1	0 18	0,3	840	0,9	31	0,2	0,1	800
151	1	0 22	0,4	825	1,1	30	0,2	0,2	1 000
148	1	0 27	0,5	811	1,3	30	0,2	0,2	200
144	1	0 32	0,6	796	1,6	29	0,3	0,2	400
141	1	0 37	0,7	782	1,8	29	0,3	0,3	600
138	1	0 42	0,8	768	2,1	28	0,3	0,3	800
135	1	0 47	0,9	754	2,4	28	0,4	0,4	2 000
132	1	0 52	1,0	741	2,6	27	0,4	0,5	200
129	1	0 58	1,1	727	2,9	27	0,5	0,6	400
126	1	1 03	1,2	714	3,2	26	0,5	0,7	600
122	1	1 09	1,3	700	3,5	25	0,5	0,8	800

Дальность	Прицел по шкале		Высота траектории	Поправки							
				направления		дальности					
							на изменение				
	Оф / ПОЛН.	Тысячные		на деривацию	на боковой ветер скоростью 10 м/с	на продольный ветер скоростью 10 м/с	давления воздуха на 10 мм рт. ст.	температуры воздуха на 10° С	начальной скорости на 1%	температуры заряда на 10° С	массы снаряда на 1 знак
$Д$	$П$		Y	Z	ΔZ_W	ΔX_W	$\Delta X_н$	$\Delta X_т$	ΔX_{v_0}	$\Delta X_{T_з}$	ΔX_q
м	дел.	тыс.	м	тыс.	тыс.	м	м	м	м	м	м	м
3 000	30	21	18	0	2	8	6	13	52	73	+7
200	32	22	21	0	2	9	7	15	55	77	+7
400	33	24	24	0	2	11	8	17	58	81	+7
600	35	26	27	0	2	12	9	19	60	84	+7
800	37	28	31	1	2	13	10	21	63	88	+7
4 000	39	30	35	1	2	15	12	24	66	92	+7
200	41	32	39	1	2	16	13	26	69	96	+7
400	43	34	44	1	2	18	14	28	71	100	+7
600	45	36	49	1	2	20	16	31	74	104	+6
800	46	38	55	1	3	22	17	34	76	107	+6
5 000	48	40	61	1	3	23	18	37	79	110	+6
200	50	42	67	1	3	25	20	40	81	113	+6
400	52	45	74	1	3	27	21	43	83	116	+6
600	54	47	81	1	3	29	23	46	85	119	+5
800	56	50	89	1	3	31	25	49	88	123	+5

Заряд полный

Начальная скорость — 900 м/с

Изменения дальности падения при изменении угла прицеливания на 1 тыс.	Узкая вилка	Угол прицеливания	Угол падения	Окончательная скорость	Время полета	Срединные отклонения			Дальность
						по дальности	по высоте	боковое	
ΔX тыс.	B	α	θ_c	V_c	t_c	$Bд$	$Bв$	$Bб$	$Д$
м	тыс.	град. мин	град.	м/с	с	м	м	м	м
119	1	1 15	1,5	686	3,8	25	0,6	0,9	3 000
115	1	1 21	1,6	673	4,1	24	0,6	0,9	200
112	1	1 27	1,8	660	4,4	24	0,7	1,0	400
109	1	1 34	1,9	647	4,7	24	0,8	1,0	600
107	1	1 40	2,1	634	5,0	24	0,8	1,1	800
104	1	1 47	2,2	621	5,4	23	0,9	1,2	4 000
102	1	1 54	2,4	608	5,7	23	0,9	1,2	200
100	1	2 02	2,6	595	6,0	23	1,0	1,3	400
97	1	2 09	2,8	583	6,3	23	1,1	1,4	600
95	1	2 17	3,1	571	6,6	23	1,2	1,4	800
92	1	2 25	3,3	560	7,0	22	1,3	1,5	5 000
89	1	2 33	3,5	548	7,3	22	1,3	1,5	200
86	1	2 41	3,8	536	7,7	22	1,4	1,6	400
84	1	2 50	4,0	524	8,1	22	1,5	1,6	600
81	1	2 59	4,2	512	8,5	22	1,6	1,7	800

ВЫПИСКА ИЗ ТАБЛИЦ СТРЕЛЬБЫ

для 7,62-мм танкового

Дальность	Прицел по шкале		Высота траектории	Поправки направления		Одно деление телескопического прицела изменяет высоту попадания
	$\frac{ГТ}{Т}$	Тысячные		на деривацию	на боковой ветер скоростью 10 м/с	
$Д$	$П$		Y	Z	ΔZ_W	ΔY
м	дел.	тыс.	м	тыс.	тыс.	м
100	1	1	0,02	0	0,5	0,1
200	2	2	0,09	0	1,1	0,2
300	3	3	0,22	0	1,8	0,3
400	4	4	0,42	0	2,6	0,5
500	5	5	0,70	0	3,4	0,7
600	6	6	1,1	0	4,2	0,9
700	7	7	1,6	0	5,0	1,2
800	8	9	2,3	0,1	5,8	1,5
900	9	11	3,3	0,1	6,6	1,9
1 000	10	13	4,6	0,1	7,4	2,4
100	11	16	6,2	0,2	8,2	3,0
200	12	19	8,1	0,2	9,1	3,6
300	13	22	10	0,3	9,9	4,3
400	14	26	13	0,4	11	5,1
500	15	30	16	0,5	11	5,9
600	16	34	20	0,6	12	6,8
700	17	38	24	0,6	13	7,8
800	18	43	29	0,7	14	8,8
900	19	48	35	0,8	15	9,9

Приложение 7

Тяжелая пуля обр. 1930 г.
Начальная скорость 800 м/с

100-мм ТАНКОВОЙ ПУШКИ Д-10Т

пулемета обр. 1943 г.

Угол прицеливания	Угол падения	Окончательная скорость	Время полета	Коэффициент поражаемого пространства	Срединные отклонения		Дальность
					по высоте	боковое	
α	θ_c	V_c	t_c	K	$Bв$	$Bб$	$Д$
град. мин	град.	м/с	с	—	м	м	м
0 03	0,07	741	0,13	—	0,05	0,05	100
0 06	0,12	688	0,27	—	0,07	0 07	200
0 10	0,18	638	0,42	—	0,10	0,10	300
0 13	0,27	591	0,58	—	0,13	0,13	400
0 17	0,37	547	0,76	156	0,16	0,16	500
0 22	0,50	506	0,95	115	0,19	0,19	600
0 27	0,67	467	1,2	86	0,22	0,22	700
0 33	0,85	430	1,4	67	0,25	0,25	800
0 40	1,1	396	1,6	53	0,30	0,28	900
0 48	1,4	366	1,9	42	0,36	0,32	1 000
0 57	1,7	341	2,2	34	0,43	0,35	100
1 08	2,1	321	2,5	28	0,51	0,38	200
1 20	2,5	305	2,8	23	0,60	0,41	300
1 33	2,9	292	3,2	20	0,70	0,45	400
1 47	3,4	281	3,6	17	0,82	0,48	500
2 02	3,9	271	3,9	15	0,95	0,51	600
2 18	4,4	262	4,3	13	1,1	0,55	700
2 35	5,0	253	4,7	11	1,2	0,58	800
2 52	5,7	245	5,1	10	1,4	0,61	900

Дальность	Прицел по шкале		Высота траектории	Поправки направления		Одно деление телескопического прицела изменяет высоту попадания
	$\frac{ГТ}{Т}$	Тысячные		на деривацию	на боковой ветер скоростью 10 м/с	
$Д$	$П$		Y	Z	ΔZ_W	ΔY
м	дел.	тыс.	м	тыс.	тыс.	м
2 000	20	53	42	0,9	16	11
100	21	58	49	1,1	16	12
200	22	64	57	1,2	17	14

Примечание. Поражаемое пространство равно произведе

Угол прицеливания	Угол падения	Окончательная скорость	Время полета	Коэффициент поражаемого пространства	Срединные отклонения		Дальность
					по высоте	боковые	
α	θ_c	V_c	t_c	K	$Bв$	$Bб$	$Д$
град. мин	град.	м/с	с	—	м	м	м
3 10	6,4	238	5,5	9	1,5	0,64	2 000
3 30	7,1	231	6,0	8	1,7	0,67	100
3 52	7,9	224	6,4	7	1,9	0,71	200

нию высоты цели на коэффициент K.

Приложение 3

РАЗМЕРЫ ЦЕЛЕЙ И КОЭФФИЦИЕНТЫ ФИГУРНОСТИ

Наименование целей (мишеней)	Размеры целей (мишеней)			Коэффициент фигурности	Приведенные размеры мишеней (округленно)	
	ширина, м	высота, м	площадь, м²		ширина, м	высота, м
Грудная фигура (мишень № 6)	0,50	0,50	0,20	0,80	0,45	0,45
Поясная фигура (мишень № 7)	0,50	1,00	0,45	0,90	0,47	0,95
Бегущая фигура (мишень № 8)	0,50	1,50	0,64	0,85	0,46	1,40
РПТР (мишень № 9)	0,85	0,85	0,56	0,76	0,68	0,68
Пулемет (мишень № 10а)	1,00	0,75	0,56	0,74	0,86	0,65
Противотанковый гранатомет (мишень № 9а)	0,61	0,55	0,29	0,86	0,56	0,50
Противотанковое (безоткатное) орудие (мишень № 11)	1,50	1,10	1,57	0,95	1,45	1,07
Танк (мишень № 12)	3,42	2,37	7,48	0,92	3,28	2,27
Танк (мишень № 12а)	7,66	2,37	14,00	0,70	6,40	1,99
Танк в окопе (мишень № 12б)	2,80	1,00	2,80	1,00	2,80	1,00
Бронетранспортер (мишень № 13)	2,50	1,80	4,05	0,90	2,37	1,70

Продолжение

Наименование целей (мишеней)	Размеры целей (мишеней)			Коэффициент фигурности	Приведенные размеры мишеней (округленно)	
	ширина, м	высота, м	площадь, м²		ширина, м	высота, м
Бронетранспортер (мишень № 13а)	4,70	1,80	7,08	0,80	4,23	1,62
ПТУРС на автомобиле (мишень № 17)	1,80	1,50	2,70	0,70	1,40	1,20

Примечание. Размеры мишеней даны по КС-84.

ОГЛАВЛЕНИЕ

	Стр.
Глава первая. Сведения из внутренней баллистики	3
Выстрел и его периоды	—
Начальная скорость снаряда (пули)	9
Отдача оружия и угол вылета	11
Уменьшение вредного действия пороховых газов на ствол	14
Глава вторая. Сведения из внешней баллистики	—
Траектория и ее элементы	—
Наводка оружия (прицеливание)	27
Форма траектории и ее практическое значение	28
Влияние условий стрельбы на полет снаряда (пули)	36
Глава третья. Рассеивание снарядов (пуль) при стрельбе	42
Явление рассеивания	—
Причины рассеивания	44
Закон рассеивания	47
Определение средней точки попадания	48
Меры рассеивания и зависимость между ними	51
Зависимость величины рассеивания от условий стрельбы	56
Рассеивание при стрельбе подразделением	59
Глава четвертая. Действительность стрельбы	60
Понятие о действительности стрельбы	—
Вероятность попадания и ее зависимость от различных причин	68
Способы определения вероятности попадания в цель	70
Вероятность поражения цели	82

Математическое ожидание числа попаданий, средний ожидаемый расход боеприпасов и времени 83
Зависимость действительности стрельбы от различных причин 86
Оценка действительности стрельбы из пулемета 88

Приложения:

1. Сведения о взрывчатых веществах 94
Взрыв и его характеристика . . . . . —
Характеристика и классификация взрывчатых веществ 96
2. Измерение углов 97
Единицы измерения углов . . . . . —
Формула тысячной и ее применение 100
Измерение углов с помощью приборов и подручными средствами 103
3. Таблица значений вероятности попаданий $\Phi(B)$ 107
4. Выписка из таблиц стрельбы 100-мм танковой пушки Д-10Т (бронебойно-трассирующий и практический трассирующий снаряды) 110
5. Выписка из таблиц стрельбы 100-мм танковой пушки Д-10Т (превышения траекторий в метрах над горизонтом оси канала ствола) 112
6. Выписка из таблиц стрельбы 100-мм танковой пушки Д-10Т (осколочно-фугасная граната ОФ-412) 114
7. Выписка из таблиц стрельбы 100-мм танковой пушки Д-10Т (для 7,62-мм танкового пулемета обр. 1943 г.) 118
8. Размеры целей и коэффициенты фигурности 120

НАСТАВЛЕНИЕ ПО СТРЕЛЬБЕ ИЗ ТАНКОВ

Под наблюдением полковника Н. И. Найдина
Редактор *В. В. Голиков*
Технический редактор *М. В. Федорова*
Корректор *Г. Н. Приходько*

Сдано в набор 06.07.82. Подписано в печать 29.04.84. Г-70291.
Формат 70×90/32. Печ л. 4. Усл. печ. л. 4,68. Усл. кр.-отт. 4,76.
Уч.-изд. л. 4,63
Изд. № 5/8910 *Бесплатно* Зак. 126

Воениздат. 103160, Москва, К-160
2-я типография Воениздата
191065. г. Ленинград, Д-65. Дворцовая пл., 10